

## 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

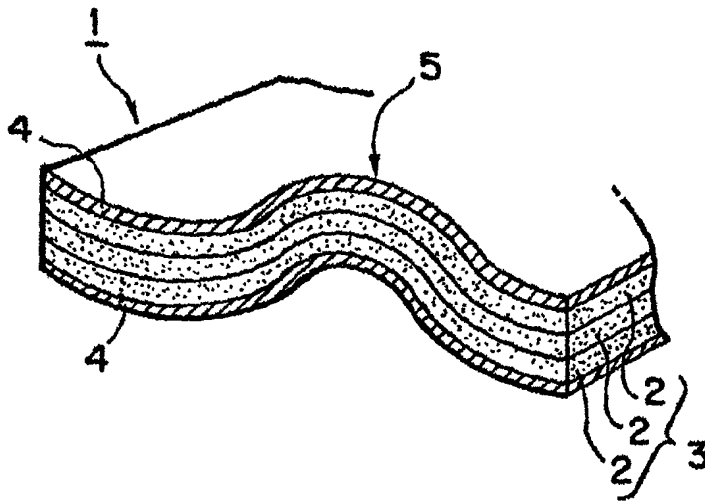
(51) 国際特許分類7 <b>B32B 5/28, B29C 70/44, 70/48</b>	<b>A1</b>	(11) 国際公開番号 <b>WO00/48830</b>  (43) 国際公開日 2000年8月24日(24.08.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP00/00838  (22) 国際出願日 2000年2月15日(15.02.00)  (30) 優先権データ 特願平11/37391 1999年2月16日(16.02.99) JP 特願平11/38755 1999年2月17日(17.02.99) JP 特願平11/70296 1999年3月16日(16.03.99) JP  (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 東レ株式会社(TORAY INDUSTRIES, INC.)(JP/JP) 〒103-8666 東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号 Tokyo, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてののみ) 関戸俊英(SEKIDO, Toshihide)(JP/JP) 〒520-0046 滋賀県大津市長等2丁目8-40-704 Shiga, (JP) 木本幸胤(KIMOTO, Yukitane)(JP/JP) 〒791-0121 愛媛県松山市湯の山5-7-5 Ehime, (JP) 近藤敏行(KONDO, Toshiyuki)(JP/JP) 〒791-3120 愛媛県伊予郡松前町筒井1455 Ehime, (JP)		(74) 代理人 伴 俊光(BAN, Toshimitsu) 〒160-0023 東京都新宿区西新宿8丁目1番9号 シンコービル 伴国際特許事務所 Tokyo, (JP)  (81) 指定国 CA, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)  添付公開書類 国際調査報告書

(54)Title: FRP STRUCTURE BODY AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(54)発明の名称 FRP構造体およびその製造方法

## (57) Abstract

An FRP structure body having a plurality of sheets of core material laminated in a thickness direction and an FRP skin layer disposed on at least one side of the core material; an FRP structure body comprising a pair of spaced-apart sheets, at least one sheet containing FRP, and a seamless, enclosed hollow core material contained in the space; production methods for these FRP structure bodies; and a method of repairing an FRP structure body, wherein, when a portion not impregnated with resin is found on the surface of the body, the non-impregnated portion is entirely covered with a bag base material, the inside covered with the bag base material is vacuumized and resin is injected into the inside for impregnating into the non-resin-impregnated portion of a reinforcing fiber base material. A multiple-layer core structure allows an easy formation of a comparatively large FRP structure body having curved surfaces. An FRP structure body containing a seamless, enclosed hollow core material has lightweight and high-strength features and can be easily formed by a vacuum RTM method. The above repairing method permits an easy, low-cost repairing without sacrifice in strength to thereby reduce the production costs of an FRP structure body.



本発明は、とくに、厚み方向に複数枚積層されたコア材と、少なくとも片面側に配置されたFRPスキン層とを有するFRP構造体と、少なくとも一方にFRPを含む一対の板が間隙をもって配置され、該間隙内にシームレス密閉中空コア材を包含してなるFRP構造体、およびそれらFRP構造体の製造方法、並びに、表面に樹脂未含浸部分が生じたとき、該樹脂未含浸部分をバグ基材で覆った後該バグ基材で覆われた内部を真空状態にし、樹脂を注入して強化繊維基材の樹脂未含浸部分に含浸させるFRP構造体の補修方法を提供する。複数積層コア構造により、曲面を有する比較的大型のFRP構造体を容易に成形できる。シームレス密閉中空コア材を包含したFRP構造体は、軽量、高強度特性を有し、真空RTM法で容易に成形できる。上記補修方法によれば、FRP構造体の強度を維持しつつ、容易にかつ安価に補修でき、FRP構造体の製造コストを低減できる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AG アンティグア・バーブーダ	DZ アルジェリア	LC セントルシア	SD スーダン
AL アルバニア	EE エストニア	LI リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AM アルメニア	ES スペイン	LK スリ・ランカ	SG シンガポール
AT オーストリア	FI フィンランド	LR リベリア	SI スロヴェニア
AU オーストラリア	FR フランス	LS レント	SK スロヴァキア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LT リトアニア	SL シェラ・レオネ
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BB バルバドス	GD グレナダ	LV ラトヴィア	SZ スワジランド
BE ベルギー	GE グルジア	MA モロッコ	TD チャード
BF ブルキナ・ファソ	GH ガーナ	MC モナコ	TG トーゴ
BG ブルガリア	GM ガンビア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BJ ベナン	GN ギニア	MG マダガスカル	TM トルクメニスタン
BR ブラジル	GR ギリシャ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR トルコ
BY ベラルーシ	GW ギニア・ビサオ	共和国	TT トリニダッド・トバゴ
CA カナダ	HR クロアチア	ML マリ	TZ タンザニア
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	MN モンゴル	UA ウクライナ
CG コンゴ	ID インドネシア	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CH スイス	IE アイルランド	MW マラウイ	US 米国
CI コートジボアール	IL イスラエル	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CM カメルーン	IN インド	MZ モザンビーク	VN ヴェトナム
CN 中国	IS アイスランド	NE ニジェール	YU ユーゴスラヴィア
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NL オランダ	ZA 南アフリカ共和国
CU キューバ	JP 日本	NO ノールウェー	ZW ジンバブエ
CY キプロス	KE ケニア	NZ ニュー・ジーランド	
CZ チェッコ	KG キルギスタン	PL ポーランド	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	PT ポルトガル	
DK デンマーク	KR 韓国	RO ルーマニア	

## 明 細 書

### F R P 構造体およびその製造方法

#### 技 術 分 野

本発明は、F R P 構造体およびその製造方法に関し、とくに、F R P サンドイ  
5 ッチ構造体として好適な軽量で高強度のF R P 構造体と、そのF R P 構造体を効  
率よく安価に製造できるF R P 構造体の製造方法に関する。

#### 背 景 技 術

軽量で高強度な素材として、F R P（繊維強化プラスチック）が各種産業分野  
で注目されている。このようなF R Pの中でも、C F R P（炭素繊維強化プラス  
10 チック）が、その優れた機械特性等から注目されている。

このようなF R P 構造体においては、軽量性を確保しながら高い強度や剛性を  
確保するために、軽量のコア材とF R P スキン層からなる構造を採用することが  
多い。F R P スキン層は、少なくともコア材の片面側に配置されるが、通常は、  
コア材の両面に配置したサンドイッチ構造を採ることが多い。また、コア材とし  
15 ては、構造体全体の軽量性を保つために、たとえば発泡体からなる軽量のコア材  
（フォームコア）を用いることが多い。発泡体からなるコア材は、軽量性のみな  
らず、断熱性能等にも優れている。このようなコア材を用いてF R P 構造体を成  
形する場合、コア材自身を支持体として利用し、その上に強化繊維基材を配置し  
てそれに樹脂を含浸、硬化させればよいので、成形を容易にかつ効率よく行うこ  
20 とができる。

上記のようなコア材は、従来、単層のコア材として構成されており、その片面  
あるいは両面にF R P スキン層が配置されて、全体として一体化されたF R P 構  
造体に形成されている。この単層のコア材としては、たとえば、発泡体の場合、  
構造体全体の剛性等を確保するために、通常、20 mmを超える厚みのものが使  
25 用されている。

ところが、上記のような比較的厚みの大きいコア材にあっては、コア材自身を  
形成するに際し、平面形状であったコア材を曲げ加工により曲率半径の小さな部  
位を形成することが困難である。したがって、F R P 構造体の最終成形形状に、  
比較的曲率半径の小さな曲面部分が要求される場合には、少なくともその部分に

対してコア材を用いることが困難になるか、あるいは、高価な成形型を用いて所望の形に発泡成形したり、コア材を所望の形状に加工するのに極端に高い加工費が必要になるという問題があった。したがって現実的には、コア材を用いたFRP構造体の成形においては、成形できる形状、とくに曲面部分の形状に限界があった。

また、FRPサンドイッチ構造体については、軽量かつ高強度、高剛性であることから種々の分野、特に土木・建材用途で使用されているが、FRPサンドイッチ構造体の成形のために、通常、発泡体をコア材として使用している。通常コア材としては、ウレタンフォーム、ポリスチレンフォーム、フェノールフォームなどの有機の発泡体が広く用いられているが、これらのフォーム材はいずれもポリマーに発泡剤を混入したものを原料に用いて製造する必要があるため、製造コストが高くついており、これがFRPサンドイッチ構造体の製造コストを引き上げていた。

また特に、近年低コストでかつ高強度のFRPを製造できる成形法として注目されている真空RTM法（Resin Transfer Molding）を使用するためには、コア材は真空の圧力に耐えることが必要であり、そのための高い圧縮強度を得るために、コア材の密度は高くならざるを得ず、通常の発泡体に比べさらにコストが高い上に重量も重いものを使用していた。従って結果的にそれを使用したFRPサンドイッチ構造体は、成形法としては低コストの方法を用いても、コア材の価格が高いために製造コストが高くなっていた。

また、FRPを比較的大型の部材に成形する場合にも、FRPのスキン材と軽量のコア材との組み合わせ構造、とくにコア材の両面にFRPスキン板を配置したサンドイッチ構造を採ることが多い。このような構成により、大型でありながら軽量で、必要な強度、剛性を備えたFRP構造体を得られる。さらに補強するために、適当な部位にリブやキャップ部材の補強部材を配置することが有効であることも知られている。

しかしながら、比較的大型のFRP構造体は、ハンドレイアップ法等で成形されることが多かったため、製造が容易ではなく、かつ、コストも比較的高いという問題があった。このような問題に対し、未だ、比較的大型のFRP構造体を、

容易にかつ安価に製造できる成形技術が確立されているとは言い難い。

また、比較的大型のFRP構造体の成形を効率よく行うことができる成形方法として、溝付きコア材の少なくとも片面に強化繊維基材を配置し、全体をバッグ  
5 基材で覆った後バッグ基材で覆われた内部を真空状態にし、樹脂を注入して該樹脂をコア材の溝を介して強化繊維基材の面方向に拡散させつつ強化繊維基材の厚み方向に含浸して、該樹脂によりコア材と強化繊維基材とを一体に成形する方法が知られている（たとえば、米国特許第5,721,034号公報）。

このような成形方法においては、コア材、たとえば発泡体からなるコア材には、成形時に樹脂の流路となる溝が形成されているが、この溝は、コア材を矩形等の  
10 所定形状に成形した後（あるいは作製した後）、機械加工等によって所定のパターンとなるように形成されている。

ところが、上記の如くコア材形成後に溝を後加工する方法では、その後加工に労力と費用がかかり、コア材の数が多い場合には、FRP構造体の製造全体に占めるコア材の加工時間と加工費用が極めて大きくなり、ひいてはFRP構造体の  
15 製造コストを増大させることとなっていた。

また、コア材の溝を機械加工により後加工する場合、加工機の機能に限界があるため、形成すべき溝のパターンも限定される。そのため、複雑なパターンや任意の自由なパターンの溝を形成することができないことがあり、FRP構造体成形時の最適な樹脂の流路パターンが得られないことがある。このコア材の溝パ  
20 ターンは、均質なFRP構造体を効率よく成形するために重要な要件となり、溝パターンの最適化によって、より優れた特性のFRP構造体を効率よく成形できる可能性が高い。

さらに、比較的大型のFRP構造体を上記のような方法で成形するに際しては、均質なFRP構造体を効率よく成形するために、樹脂を強化繊維基材の面方向に  
25 均一に拡散させつつ強化繊維基材の厚み方向に均一にかつ迅速に含浸させることが望ましいが、このような要望を満たす成形技術が確立されているとは言い難い。

また、上記のような方法あるいはハンドレイアップ法でFRP構造体を成形する場合、とくに、比較的大型のFRP構造体を成形する場合、表面に樹脂未含浸部分、つまり樹脂の含浸が不完全な強化繊維基材部分が露出することがある。従

来、樹脂未含浸部分が生じた場合、たとえばハンドレイアップ法で外層面から樹脂を含浸させる方法が採られている。また、樹脂未含浸部分が深い場合には、その樹脂未含浸部分を除去し、その部分にプリプレグ等の既含浸基材を投入して補修する方法を採用することもある。

- 5       しかしながら、このようなハンドレイアップ法による補修方法では、補修部分がエア抜きされていないため、樹脂を完全に含浸させることは困難である。したがって、局部的に樹脂未含浸部分（空洞）が残るおそれがあり、FRP構造体のその部分の機械特性が低下するおそれがある。また、プリプレグ等の既含浸基材を投入する方法では、作業性が悪く作業に手間取るとともに、補修部分が別素材
- 10       からなるため不連続になり、局部的に強度低下を招くおそれがある。また樹脂未含浸部分を除去する際に周囲の強化繊維基材を切断するおそれがあり、この面からも強度低下を招くおそれがある。

#### 発 明 の 開 示

- 15       本発明の目的は、コア材を用いることによりFRP構造体の強度や剛性を確保しつつ、曲率半径の比較的小さな曲面部分も容易に、かつ、実質的に自由な形状に成形可能な、FRP構造体およびその製造方法を提供することにある。

また、本発明の別の目的は、十分に高い機械的物性を備えた軽量のFRPサンドイッチ構造体を安価に製造することであり、とくに屋根材等の建材用途に好適なFRP製サンドイッチ構造体およびその製造方法を提供することにある。

- 20       また、本発明のさらに別の目的は、比較的大型のFRP構造体を、容易にかつ安価に製造できる成形技術を確立することにある。

また、本発明のさらに別の目的は、コア材の溝を予め形成することにより、真空RTM法によるFRP構造体の成形をより効率よく安価に行うことができるようにすることにある。

- 25       また、本発明のさらに別の目的は、比較的大型のFRP構造体であっても、樹脂を強化繊維基材の面方向に均一に拡散させつつ強化繊維基材の厚み方向に均一にかつ迅速に含浸させることができ、均質なFRP構造体を効率よくかつ安価に製造できる成形技術を確立することにある。

また、本発明のさらに別の目的は、補修作業が極めて簡便でありながら実質的

に完全に樹脂を含浸させて空洞や局所的な樹脂未含浸部分の発生を防止でき、かつ、強化繊維基材を切断することもなく、周囲のFRP部分と同一のFRP構成として、強度低下も招かない、合理的な補修を行うことのできるFRP構造体の製造方法を提供することにある。

- 5      上記目的を達成するために、本発明に係るFRP構造体は、コア材と、少なくとも片面側に配置されたFRPスキン層とを有するFRP構造体において、厚み方向に複数枚のコア材が積層されていることを特徴とするものからなる。

このFRP構造体は、コア材同士が直接積層、つまり直接接触するように積層されている部分を有していてもよいし、積層されたコア材間にFRPスキン層が  
10    介在する部分を有していてもよい。本発明は、コア材の積層体が少なくとも一部に曲面を有する場合にとくに有効である。コア材の材質は特に限定しないが、構造体全体の軽量性を確保しつつ、強度や剛性を向上するという面から、発泡体、特に独立発泡機構からなるものが好ましい。

- 一枚のコア材の厚みとしては、20mm以下とすることが好ましい。このような比較的薄いコア材は、それ単体としては、容易に自由な曲面形状に形成することが可能である。コア材単体としては薄肉であっても、それを複数枚積層することにより、コア材の積層体としては、従来と同等あるいはそれ以上の厚みに容易に設定できる。そして所定形状に形成された薄肉のコア材が積層されるので、積層体としても問題なく所望の形状に形成される。したがって、曲率半径の比較的小さな曲面部分を有する形状であっても、容易に形成されることになり、成形すべきFRP構造体の形状に実質的に制限がなくなる。

- このようなコア材には、少なくとも一枚のコア材の表面に、FRPスキン層成形時に樹脂を拡散させる溝が形成されていてもよい。樹脂拡散用の溝としては、たとえば、大溝と、該大溝に連通する小溝とを有する構成とできる。また、コア材の厚み方向に延び、FRPスキン層に一体的に結合されたFRPリブを有して  
25    いてもよい。さらに、FRPスキン層の強化繊維基材に隣接する位置に網状体が配置されており、FRPスキン層と網状体と少なくとも一枚のコア材とが一体に成形されている構成とすることもできる。

また、本発明に係るFRP構造体の製造方法は、複数枚のコア材を積層し、そ

の少なくとも片面に強化繊維基材を配置し、該強化繊維基材に樹脂を含浸することを特徴とする方法からなる。

この製造方法においては、積層するコア材間の少なくとも一部に強化繊維基材を介装してもよい。また、強化繊維基材に接するコア材の表面に溝を形成しておき、該溝に沿って樹脂を拡散させるとともに、樹脂を強化繊維基材に含浸するようにしてもよい。さらに、コア材と強化繊維基材との間に網状体を配置し、該網状体に沿って樹脂を拡散させるとともに、樹脂を強化繊維基材に含浸するようにしてもよい。

また、少なくとも強化繊維基材を配置した部分をバッグ基材で覆った後該バッグ基材で覆われた内部を真空状態にし、樹脂を注入して強化繊維基材に含浸するようにしてもよい。さらに、コア材の厚み方向に延びる強化繊維基材を配置し、該強化繊維基材に樹脂を含浸してFRPリブを成形するようにしてもよい。

このようなFRP構造体およびその製造方法によれば、FRP構造体のコア材を、薄肉のコア材の積層体から構成するようにしたので、FRP構造体全体としての軽量性、強度、剛性を確保しつつ、実質的に自由な曲面部分を形成することが可能になり、曲率半径の比較的小さな曲面部分を有するFRP構造体も容易に製造することができる。

また、本発明に係るFRP構造体は、少なくとも一方にFRPを含む一对の板が間隙をもって配置され、該間隙に両板を接合するリブ構造体が介装されているFRP構造体において、前記間隙内にシームレス密閉中空コア材を包含してなることを特徴とするものからなる。中空コア材としてシームレス密閉中空コア材を使用することが必要である。シーム付きコア材では、とくにRTM法による成形時に、該シーム部（接着等の接合方法によるシーム部）が樹脂圧で破壊し、中空コア内部に樹脂が入るトラブルが起きやすいため、シームレス密閉中空コア材を使用することが必須となる。

このリブ構造体の材料には、FRP、金属、木材等を使用でき、リブ構造体は一对の板の成形と同時に配置し組み込むことが好ましい。前記一对の板間の間隙の寸法としては、板延在方向において、実質的に一定であってもよく、変化していてもよい。また、板自身の形状としては、単なる平板状のものでもよいが、た



たとえば、少なくとも一方の板が、山部と谷部が交互に配置された折板形状に形成されているものとすることもできる。この山部または／および谷部は、ある方向に直線状に延びるものの他、ピラミッド形等に立体的に形成されたものであってもよい。リブ構造体は、各種断面形状を採用できるが、さらに、トラスまたはラ  
5   ーメン構造体に構成することもできる。

シームレス密閉中空コア材は、たとえば熱可塑性樹脂から形成でき、たとえば熱可塑性樹脂のブロー成形品からなる。シームレス密閉中空コア材の体積としては、 $1000\text{ cm}^3$  以上であることが好ましく、これによって比較的大型のFRP構造体を容易に成形できるようになる。このような熱可塑性樹脂で形成された  
10   シームレス密閉中空コア材に強化繊維を巻き、FRPサンドイッチ構造体成形後には実質的にFRP製の箱状物が形成されるようにしてもよい。多面体からなるシームレス密閉中空コア材のいずれか一つの表面に溝を形成しておけば、成形時に樹脂を拡散させることができる。また、少なくとも一方の板のFRPの強化繊維基材に隣接する位置に網状体が配置されており、該少なくとも一方の板と網状  
15   体と少なくともシームレス密閉中空コア材とが一体に成形されている構成とすることもでき、このような構成においても、成形時に樹脂を拡散させることができる。なお、シームレス密閉中空コア材の形状については、直方体形状の他、断面形状が三角形や台形のもの、その他にも多角形のものも使用できる。

シームレス密閉中空コア材の肉厚は $0.5\sim 5\text{ mm}$ の範囲にあることが好ましい。  
20   肉厚が $0.5\text{ mm}$ 未満では、RTM成形において真空引きされる際にコア材が破れたり変形したりしやすくなり、 $5\text{ mm}$ を越えると、軽量性が損なわれるとともに材料量が増大してコストが増大する。

また、このFRPサンドイッチ構造体においては、少なくとも一方の板のFRPの強化繊維として炭素繊維を含むことが好ましい。炭素繊維含有により、FRP構造体全体としての強度、剛性を向上できる。とくに、強化繊維として、フィ  
25   ラメント数が $10,000\sim 300,000$ 本の範囲にあるトウ状の炭素繊維フィラメント糸を有するものを使用すれば、コスト低減にも寄与できる。

また、このFRPサンドイッチ構造体においては、耐火性を向上するために、少なくとも一方の板のマトリックス樹脂がフェノール樹脂からなることが好まし

い。さらに、少なくとも片面に、耐火材、たとえば耐火性の材料や耐火塗料からなる層を設けておくこともできる。

さらに、このFRPサンドイッチ構造体は、屋根材等の建材として好適に使用できるものである。その際、FRP製屋根材全体、あるいは屋根を構成するためのFRP製屋根材一単位全体について、立体的な形状に形成することが可能である。たとえば、少なくとも一方の板が、多面体状の立体形状部を有している構造や、少なくとも一方の板が、三次元曲面部をもつ立体形状部を有している構造とすることができる。またこれら立体形状部の両方をもつ構造とすることもできる。

また、本発明に係るFRP構造体の製造方法は、成形型上に強化繊維を配置し、その上の所定の位置に強化繊維を巻いたシームレス密閉中空コア材を配置し、さらに強化繊維を配置した後、全体を真空用フィルム基材で覆った後フィルム基材で覆われた内部を真空にし、樹脂を注入して強化繊維に含浸させることを特徴とする方法からなる。シームレス密閉中空コア材は、たとえばブロー成形により形成することができる。

上記のようなFRP構造体およびその製造方法によれば、両板間の間隙にシームレス密閉中空コア材が内包されるので、このシームレス密閉中空コア材もサンドイッチパネル構造におけるコアおよび／またはリブとして機能することができ、FRPサンドイッチ構造体全体の機械的物性を十分に高く確保しつつ、中空構造のため全体の軽量性も維持、あるいは他のリブ構造に比べ向上できる。そして、このシームレス密閉中空コア材は、FRPサンドイッチ構造体全体の成形前には単なる樹脂成形物でよいから、安価に製造できる。

また、本発明に係るFRP構造体は、コア材と、該コア材の少なくとも片面に配置されたFRP板と、コア材の少なくとも一端部に配置され、前記FRP板に対し実質的に並行に延びるフランジ部と垂直に延びるウェブ部とを有するFRP製の補強部材とを備えたFRP構造体であって、前記コア材の一端部の少なくとも一面に、前記補強部材のフランジ部が嵌着される凹部が切り欠かれており、前記コア材に、前記凹部に連通し成形時に樹脂の通り道となる溝が形成されており、かつ、前記FRP板と前記FRP製の補強部材と前記コア材が樹脂によって一体化されていることを特徴とするものからなる。

上記F R P構造体において、F R P板をコア材の片面側のみに配置する構造とすることもできるが、好ましくは、コア材の両面にF R P板が配置されたサンドイッチ構造を有し、補強部材が両F R P板間にわたって延びている構造とすることが望ましい。このようなサンドイッチ構造により、軽量のコア材によってF R P構造体全体の軽量性を確保しつつ、両面に配置されたF R P板で強度、剛性、表面の耐久性を確保でき、さらに補強部材によってF R P構造体全体の一層高い強度、剛性を確保できる。

上記切り欠き凹部も、コア材の一端部の一面のみに設けることもできるが、コア材の両面に設けられていることがより好ましい。上記溝としては、たとえば、大溝と、該大溝から分岐した小溝とに形成されている形状に形成できる。

このような大溝、小溝からなる溝形状は、樹脂の拡散性能等をより向上するために、最適化することが可能である。たとえば、上記大溝の深さをH、溝幅をW、溝の配設ピッチをPとするとき、

$$(a) \ 200 \geq W \times H \geq 5 \ (\text{mm}^2), \quad (b) \ 300 \geq P \geq 100 \ (\text{mm})$$

の関係が満たされていることが好ましい。あるいは、上記小溝の深さをh、溝幅をw、溝の配設ピッチをpとするとき、

$$(a) \ 100 \geq w \times h \geq 1 \ (\text{mm}^2), \quad (b) \ 100 \geq p \geq 5 \ (\text{mm})$$

の関係が満たされていることが好ましい。

なお、前記補強部材は前記F R P板の面方向に連続的に配置することもできるし、不連続に配置することもできる。不連続の配置であっても、適切な補強部材と、適切な配設ピッチを選択することにより、十分な補強効果が得られる。

また、前記補強部材のフランジ部とF R P板との間の剪断強さが、補強部材のフランジ部自身の剪断方向における引張強さ以上であることが好ましい。とくに、前記補強部材のフランジ部の長さaが、次の関係式を満足することが好ましい。

$$\max(\sigma_2 \times t_2, \sigma_s \times t_s) \geq K \tau a \geq \min(\sigma_2 \times t_2, \sigma_s \times t_s)$$

ここで、 $\sigma_2$  はフランジ部の引張強度、 $t_2$  はフランジ部の厚さ、

$\sigma_s$  はF R P板の引張強度、 $t_s$  はF R P板の厚さ、

$\tau$  はフランジ部とF R P板との間の剪断強さ、

Kは接合の有効率、

maxは括弧内の大きい方の値、

minは括弧内の小さい方の値を、それぞれ表す。

- また、前記補強部材のフランジ部の引張強度 $\sigma_2$ とその厚さ $t_2$ の積の値が、  
 5 前記FRP板の引張強度 $\sigma_s$ とその厚さ $t_s$ の積の値以下であり、かつ、該フランジ部の長さ $a$ が、次の関係式を満足することが好ましい。

$$\sigma_s \times t_s / \tau \geq K a \geq \sigma_2 \times t_2 / \tau$$

また、前記補強部材のフランジ部の長さ $a$ およびウェブ部の長さ $b$ が、次の関係式を満足することが好ましい。

10 
$$a / a_0 = K (b / b_0) \{ t_2 / t_{20} / (t_1 / t_{10}) \}^2$$

ここで、 $t_1$ はウェブ部の厚さ、 $t_2$ はフランジ部の厚さ、

それぞれの添字の0は、成形条件で設定される基準値、

Kは比例定数である。

- さらに、前記補強部材のフランジ部の長さ $a$ およびウェブ部の長さ $b$ が、次の  
 15 関係式を満足することが好ましい。

$$a / a_0 = K (b / b_0) (t_s / t_1 + 1)^2$$

ここで、 $t_1$ はウェブ部またはフランジ部の厚さ、

$t_s$ はFRP板の厚さ、

$a_0$ 、 $b_0$ は成形条件で設定される基準値、

- 20 Kは比例定数である。

- また、本発明に係るFRP構造体の製造方法は、型内に、一端部の少なくとも一面に切り欠き凹部が設けられたコア材と、該コア材の少なくとも片面においてコア材の面方向に延びる強化繊維基材と、該強化繊維基材に対し実質的に並行に延びるフランジ部と垂直に延びるウェブ部とを有し、該フランジ部が前記切り欠き凹部内に位置された補強部材形成用基材とを配置するとともに、これらの上または上下に樹脂を面方向に拡散するための媒体を配置するかまたはコア材に樹脂を面方向に拡散するための樹脂拡散路を形成しておき、全体をバグフィルムで覆った後バグフィルムで覆われた内部を真空状態にし、樹脂を注入して少なくとも前記強化繊維基材の表面に拡散させ、該樹脂を強化繊維基材に含浸すること
- 25

により、前記強化繊維基材と前記補強部材形成用基材と前記コア材を樹脂によって一体化することを特徴とする方法からなる。

- このF R P構造体の製造方法においては、上記補強部材形成用基材も強化繊維基材からなっているとしてもよく、あるいは、上記補強部材形成用基材が、予め成形されたF R P製の基材からなっているともよい。

前記コア材の両面に強化繊維基材を配置し、両強化繊維基材間にわたって補強部材形成用基材を配置することもできる。また、コア材の樹脂拡散路を前記切り欠き凹部に連通させておき、前記注入樹脂を切り欠き凹部内に導いて前記補強部材形成用基材を一体に成形することもできる。

- また、本発明に係るF R P構造体は、所定の溝形成用パターンを有する成型型内での発泡により成形され、成形と同時に少なくとも一面に溝が形成された発泡体からなるコア材の少なくとも片面にF R P層が配置されていることを特徴とするものからなる。すなわち、溝付きコア材を、発泡体、所定の溝形成用パターンを有する成型型を用いて、予め成形しておくのである。

- このF R P構造体においては、F R P層の強化繊維が、フィラメント数が10,000～300,000本の範囲にあるトウ状の炭素繊維フィラメント系を有することが好ましく、これによって、比較的大型のF R P構造体であっても、安価に効率よく所望のF R P構造体を成形できる。

- また、コア材と、該コア材の表面上に配置された網状体と、該網状体上に配置された強化繊維基材を含む層とをこの順に有し、これらが一体に成形されていること構造とすることもできる。網状体の配置により、樹脂が均一かつ迅速に拡散される。この強化繊維基材を含む層は、F R P層に形成してもよく、繊維強化無機材料層に形成してもよい。網状体は一体に成形されるので、その厚みとしては、3mm以下であることが好ましい。

- 前記コア材には、成形時に樹脂の通り道となる溝が刻設されていることが好ましい。また、前記強化繊維基材の強化繊維が、フィラメント数が10,000～300,000本の範囲にあるトウ状の炭素繊維フィラメント系を有するものであることが好ましい。前記コア材としては、たとえば、中空体から構成することもでき、前述したようなシームレス密閉中空コア材を用いることもできる。また、

コア材をプラスチックまたはゴムまたは薄肉金属から構成することができる。コア材の断面としては、たとえば円形または矩形に形成できる。中空コア材の場合には、該コア材内に発泡材を充填することもできる。

また、本発明に係る F R P 構造体の製造方法は、所定の溝形成用パターンを有する成形型内で発泡体を発泡させて溝付きコア材を成形し、成形した溝付きコア材の少なくとも片面に強化繊維基材を配置し、全体をバッグ基材で覆った後バッグ基材で覆われた内部を真空状態にし、樹脂を注入して該樹脂を前記コア材の溝を介して前記強化繊維基材の面方向に拡散させつつ強化繊維基材の厚み方向に含浸して前記コア材と前記強化繊維基材を樹脂により一体化することを特徴とする方法からなる。

また、本発明に係る F R P 構造体の製造方法は、型面上または型内に、コア材と、該コア材の少なくとも片面に設けた網状体と、該網状体上に設けた強化繊維基材をこの順に配置し、これら全体をバッグフィルムで覆った後バッグフィルムで覆われた内部を真空状態にし、樹脂を注入して前記網状体を介して少なくとも前記強化繊維基材の面方向に拡散させ、該樹脂を強化繊維基材に含浸することにより前記コア材と前記網状体と前記強化繊維基材を樹脂により一体化することを特徴とする方法からなる。

この F R P 構造体の製造方法においては、コア材に樹脂の通り道となる溝を刻設しておき、該溝を通して注入された樹脂を網状体の各部に分配することができる。また、コア材として中空コア材を用いることもできる。さらに、前記強化繊維基材をコア材の全周にわたって配置することもできる。

さらに、本発明に係る F R P 構造体の製造方法は、強化繊維基材とマトリックス樹脂からなる F R P で形成される F R P 構造体の製造方法において、表面に樹脂未含浸部分が生じたとき、該樹脂未含浸部分全体およびその周辺部分をバッグ基材で覆った後該バッグ基材で覆われた内部を真空状態にし、樹脂を注入して強化繊維基材の樹脂未含浸部分に含浸させることを特徴とする方法からなる。この方法により、効率よく安価に樹脂未含浸部分を補修できる。

この方法においては、前記樹脂未含浸部分上に樹脂拡散媒体を配置した後樹脂未含浸部分全体をバッグ基材で覆うことができる。また、前記樹脂拡散媒体と樹

脂未含浸部分の強化繊維基材との間に樹脂透過性の離型材を介装することもできる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施態様に係る F R P 構造体の部分斜視図である。

5 図 2 は、本発明の別の実施態様に係る F R P 構造体の部分斜視図である。

図 3 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の部分斜視図である。

図 4 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の部分斜視図である。

図 5 は、一枚のコア材の部分斜視図である。

10 図 6 は、本発明の一実施態様に係る F R P 構造体の製造方法を示す部分斜視図である。

図 7 は、コア材の一例を示す斜視図である。

図 8 は、コア材の別の例を示す斜視図である。

図 9 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の断面図である。

15 図 1 0 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の部分断面図である。

図 1 1 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の断面図である。

図 1 2 は、コア材のさらに別の例を示す斜視図である。

図 1 3 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の部分断面図である。

20 図 1 4 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の部分断面図である。

図 1 5 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の斜視図である。

図 1 6 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の斜視図である。

図 1 7 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の断面図である。

25 図 1 8 は、コア材の端部の加工方法例を示す部分斜視図である。

図 1 9 は、本発明の別の実施態様に係る F R P 構造体の製造方法を示す断面図である。

図 2 0 は、コア材のさらに別の例を示す斜視図である。

図 2 1 は、コア材の溝形成例を示す部分斜視図である。

図 2 2 は、コア材の端部構造例を示す部分断面図である。

図 2 3 は、コア材の溝配置および形状を示す部分断面図である。

図 2 4 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の部分断面図である。

5 図 2 5 は、本発明のさらに別の構造例を示す F R P 構造体の部分断面図である。

図 2 6 は、コア材の端部構造例を示す部分斜視図である。

図 2 7 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の部分断面図である。

10 図 2 8 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の部分断面図である。

図 2 9 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の部分斜視図である。

図 3 0 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の部分断面図である。

15 図 3 1 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の部分平面図である。

図 3 2 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の部分断面図である。

20 図 3 3 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の部分断面図である。

図 3 4 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の部分断面図である。

図 3 5 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の部分断面図である。

25 図 3 6 は、コア材の溝パターンの例を示す平面図である。

図 3 7 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の断面図である。

図 3 8 は、図 3 7 の F R P 構造体の製造方法を示す断面図である。

図 3 9 は、図 3 7 の F R P 構造体のコア材の斜視図である。

図 4 0 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の製造方法を示す



断面図である。

図 4 1 は、図 4 0 の F R P 構造体のコア材の斜視図である。

図 4 2 は、本発明のさらに別の実施態様に係る F R P 構造体の製造方法を示す斜視図である。

5                    発 明 を 実 施 す る た め の 最 良 の 形 態

以下に、本発明の望ましい実施の形態を、図面を参照して説明する。

図 1 は、本発明の一実施態様に係る F R P 構造体 1 を示している。本実施態様では、一枚の厚みが 2 0 m m 以下の薄肉の発泡体からなるコア材 2 が、3 枚直接積層されてコア材 2 の積層体 3 に構成され、このコア材積層体 3 の両面に F R P  
10 スキン層 4 が配置されてサンドイッチ構造の F R P 構造体 1 に構成されている。

各コア材 2 は、曲率半径の比較的小さな曲面部分 5 を有しており、コア材積層体 3、さらには F R P 構造体 1 としてもこの曲面部分を有している。すなわち、このような曲率半径の小な部分は、従来の平面コア材の曲げ加工では形成困難であったが、各コア材 2 を薄肉化することで、コア材 2 単体としては問題なく容易に形成できるようになり、そのコア材 2 を複数枚積層することにより、コア材  
15 積層体 3、ひいては曲率半径が比較的小な部分を有する F R P 構造体 1 としても問題なく容易に形成できるようになる。

しかも、コア材積層体 3 は、各コア材 2 が適切な枚数積層されて構成されるので、F R P 構造体 1 全体としてのコア材としては目標とする厚みに容易に設定される。所定厚みを有するコア材積層体 3 の両面側に F R P スキン層 4 が配置され、  
20 全体として一体化されたサンドイッチ構造の F R P 構造体 1 に成形されるので、F R P 構造体 1 は、軽量性が確保されつつ、目標とする強度、剛性が容易に確保され、かつ、断熱性等の特性も確保されることになる。

図 2 は、別の実施態様に係る F R P 構造体 1 1 を示している。本実施態様では、  
25 図 1 に示した F R P 構造体 1 に、さらに耐火層 1 2 が付加されている。そして、この耐火層 1 2 も、一枚の厚みが比較的小な各耐火層単体 1 3 (たとえば、無機系ウール材で構成されたもの) の積層体に構成されている。したがって、この耐火層 1 2 もまた、前記コア材におけるのと同様に、自由な曲面に容易に形成できる。

図3は、本発明のさらに別の実施態様に係るFRP構造体21を示している。本実施態様では、FRP構造体21は2枚の比較的薄肉のコア材22を有するが、両コア材22間にFRPスキン層23が介在されるとともに、FRP構造体21の両面側にFRPスキン層24が配置されている。

- 5      このように、本発明においては、図1に示したように薄肉のコア材2が直接積層された部分を有していてもよいし、図3に示したように、コア材22間にFRPスキン層23が介在された部分を有していてもよい。さらに、後述の図4に示すように、これら両部分を両方とも含む構造としてもよい。

図4は、本発明のさらに別の実施態様に係るFRP構造体31を示している。

- 10    本実施態様においては、3枚のコア材32a、32b、32cが積層され、コア材32aとコア材32bの間にFRPスキン層33が介在され、FRP構造体31の両面にFRPスキン層34が配置されている。そして、各コア材の厚み方向に延びるFRPリブ35が、各所に適宜設けられている。各FRPリブ35は、両側に位置するFRPスキン層と一体的に結合されており、FRP構造体31全体としての強度、剛性を高めている。
- 15

- このようなFRPリブ35は、たとえば図5に示すような方法によって形成される。図5に示すように、一つのコア材41の両端部に、断面コ字状のリブ形成用の強化繊維基材42が配置され、この強化繊維基材42を備えたコア材41を所定の形態に配置、積層した後に、強化繊維基材42部分に樹脂を含浸、硬化させてFRPリブ35を成形する。
- 20

- 上記のように各形態に構成されるFRP構造体は、次のように製造される。たとえば図6に示すように、コア材積層体51の両面に強化繊維基材52を配置し、強化繊維基材52を配置した部分全体をバッグ基材53（たとえば、バッグフィルム）で覆って内部を真空状態（減圧状態）にし、樹脂を注入して強化繊維基材52に含浸する。樹脂を硬化させてFRPスキン層に形成し、FRPスキン層とコア材とが一体化されたFRP構造体を得る。バッグ基材53を設けなくても樹脂を十分に良好に含浸させることができる場合には、バッグ基材53の設置および真空吸引は行わなくてもよい。
- 25

注入樹脂を十分に拡散させ、強化繊維基材52に良好に含浸させるためには、

コア材 5 1 の表面と強化繊維基材 5 2 との間または、バッグ基材 5 3 と強化繊維基材 5 2 との間に樹脂拡散媒体が介在していることが好ましい。

この樹脂拡散媒体は、網状体等の別部材として配置することも可能であるが、コア材 5 1 の表面に溝を設け、その溝に樹脂拡散媒体の機能をもたせることが可能である。網状体からなる樹脂拡散媒体を使用する態様については、後述の別の実施態様の説明の項で詳述する。

コア材の表面に溝を設ける方法では、たとえば図 7 に示すように、コア材 6 1 の片面（強化繊維基材に接する面）に、大溝 6 2 と、該大溝 6 2 に連通し、大溝 6 2 と交差する方向に延びる複数の小溝 6 3 を刻設しておくことにより、大溝 6 2 の入口から注入した樹脂を各小溝 6 3 へと分散させて拡散させることができる。樹脂は、拡散しつつ強化繊維基材に含浸されることになり、拡散が迅速かつ均一に行われるとともに、同時に含浸も速やかに行われる。

コア材の両面側に強化繊維基材が配置される場合には、図 7 に示したような溝を両面に形成すればよい。また、コア材の厚みが小さく、両面に大溝を形成しにくい場合には、たとえば図 8 に示すように、コア材 7 1 の両面に、小溝 7 2 を、各溝位置がオフセットするように配置することもできる。

なお、本発明における F R P 材の強化繊維としては、特に限定はないが、たとえば、炭素繊維の一方向材、織物、マット、ストランドや、ガラス繊維の一方向材、織物、マット、ロービングを単独あるいは混合して使用することが好ましい。特に軽量化効果を最大限に発揮するためには炭素繊維の使用が好ましい。そして、その炭素繊維も、炭素繊維系 1 本のフィラメント数が通常の 10,000 本未満のものではなく、10,000～300,000 本の範囲、より好ましくは 50,000～150,000 本の範囲にあるトウ状の炭素繊維フィラメント系を使用する方が、樹脂の含浸性、強化繊維基材としての取扱い性、さらには強化繊維基材の経済性において、より優れるため、好ましい。また F R P 構造体の表面に炭素繊維の織物を配置すると、表面の意匠性が高められ、より好ましい。また、必要に応じて、あるいは要求される機械特性等に応じて、強化繊維の層を複数層に積層して強化繊維基材を形成し、その強化繊維基材に樹脂を含浸する。積層する強化繊維層には、一方向に引き揃えた繊維層や織物層を適宜積層でき、その繊維

配向方向も、要求される強度の方向に応じて適宜選択できる。

FRPの樹脂としては、エポキシ、不飽和ポリエステル、フェノール、ビニル  
エステルなどの熱硬化性樹脂が、成形性、コストの点で好ましい。ただし、ナイ  
ロンやABS樹脂等の熱可塑性樹脂や、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂の混合樹脂  
も使用可能である。

コア材としては、発泡体の他、木材等も使用できるが、軽量化の点で発泡体が  
好ましい。発泡体の材質としては、ポリウレタン、ポリスチレン、ポリエチレン、  
ポリプロピレン、PVC、シリコンなどを用い、その比重は0.02から0.2  
の間で選択することが好ましい。FRP構造体の要求特性、使用する樹脂の種類  
などによって、コア材の材質、比重を選ぶことができる。比重が0.02未満の  
ものを用いると、十分な強度が得られなくなる恐れが生じる。また、比重が0.  
2を超えると、強度は高くなるが、重量が嵩み軽量化という目的に反するものにな  
ってしまう。

上記のような本発明に係るFRP構造体およびその製造方法によれば、FRP  
構造体のコア材を、薄肉のコア材の積層体から構成するようにしたので、FRP  
構造体全体としての軽量性、強度、剛性を確保しつつ、実質的に自由な曲面部分  
を形成することが可能になり、曲率半径の比較的小さな曲面部分を有するFRP  
構造体も容易に製造することができる。

次に、一對の板間にシームレス密閉中空コア材を包含したFRPサンドイッチ  
構造体およびその製造方法の実施態様について説明する。

この態様は、サンドイッチ構造体の板間の間隙にシームレス密閉中空コア材を、  
通常のコア材あるいはその一部の代わりに使用したものであり、低コストで高い  
強度、剛性を持つFRP製サンドイッチ構造体を得ることができるようにしたも  
のである。このシームレス密閉中空コア材は、成形の際に通常のコア材の代わり  
に、FRP成形法として最も一般的なハンドレイアップ法でも用いることができ  
る。さらに真空成形法においてもシームレス密閉中空コア材の内圧が通常の空気  
圧と同じでよいので、全体をフィルム基材で覆ってその内部を真空にして成形を  
する際にも、外気圧とシームレス密閉中空コア材の内圧がつり合うことから、シ  
ームレス密閉中空コア材がつぶれることなく成形可能である。

また、中空コア材としてシーム付きコア材を使用した場合には、とくに R T M 法による成形時に、該シーム部（接着等の接合方法によるシーム部）が樹脂圧で破壊し、コア内部に樹脂が入るトラブルが起きやすい。中空コア材としてシームレス密閉中空コア材を使用することにより、このようなトラブルの発生を防止できる。

シームレス密閉中空コア材はとくに限定しないが、特に熱可塑性の樹脂を用いて、射出成形やブロー成形等によって、中でもブロー成形によって製造されるものがコストの面から非常に有利である。ブロー成形により、所望の形状のシームレス密閉中空コア材が簡単に成形できる。従ってサンドイッチ構造体の形状がどんなものであっても、シームレス密閉中空コア材の形状を変えることによって作ることができる。例えば、サンドイッチ構造体の一对の板間の間隙の寸法が変化しているものでも、また一方の板が山部と谷部が交互に配置された折板形状であっても、容易に作ることが可能である。

シームレス密閉中空コア材の大きさはどんなものであってもよいが、体積があまり小さいと、発泡体のコアに比べ軽量化効果が出にくく、したがって  $1000\text{ cm}^3$  以上のものが好適に用いられる。またあまり体積が大きいと構造上問題があるため、 $100,000\text{ cm}^3$  以下が好ましい。

また、シームレス密閉中空コア材の肉厚としては、 $0.5\sim 5\text{ mm}$  の範囲にあることが好ましい。肉厚が  $0.5\text{ mm}$  未満では、中空コア材全体の強度が小さくなるおそれがあるとともに、たとえば、R T M 成形において真空引きされる際にコア材が破れたり変形したりしやすくなる。肉厚が  $5\text{ mm}$  を越えると、軽量性が損なわれるとともに材料量が増大してコストが増大する。

通常の発泡体のコアの代わりに用いる場合、その全部あるいは一部をシームレス密閉中空コア材にすることによって、低コスト化が可能である。サンドイッチ構造体の物性上の要求特性によっては、コア材としてシームレス密閉中空コア材と共に木材、コンクリートなどを使用することも可能である。

本発明のサンドイッチ構造体を形成する一对の板は、軽量化のために少なくとも一方が F R P を含む板である。この板の厚みとしては、 $0.6\sim 7\text{ mm}$  が好ましい。 $0.6\text{ mm}$  未満では所望の強度・剛性を得るのが難しいほか、衝撃によっ

て板を貫通してしまうような傷が生じる可能性が高い。一方7mmを越えると、強度・剛性は十分であるが、重量の面で非常に重くなってしまう欠点がある。

5     サンドイッチ構造体に要求される各種特性によって、板としてはFRPと金属の一体構造の板も用いることができる。また、例えば、サンドイッチ構造体を形成する板の内、下面はFRP、上面は耐火性の要求から金属、コンクリート、モルタルなどの不燃材で形成することも、可能である。

10     FRPの強化繊維としてはガラス繊維、アラミド繊維、炭素繊維などが通常用いられる。軽量・高強度のFRPを得るためには、炭素繊維が最も好ましいが、コストとのバランスを取るため、ガラス繊維／炭素繊維のハイブリッドのものも好ましい。また用いられる繊維の形態としては、クロス、マット、ストランドなどを好適に用いることができる。さらに用いる炭素繊維の種類は、炭素繊維の高い強度・剛性を考えると、どんなものでもよいが、より低コストを考えると、いわゆるラージ・トウの炭素繊維を用いるのが最も好ましい。

15     たとえば、炭素繊維系1本のフィラメント数が通常の10,000本未満のものではなく、10,000～300,000本の範囲、より好ましくは50,000～150,000本の範囲にあるトウ状の炭素繊維フィラメント系を使用する方が、樹脂の含浸性、強化繊維基材としての取扱い性、さらには強化繊維基材の経済性において、より優れるため、好ましい。またFRP構造体の表面に炭素繊維の織物を配置すると、表面の意匠性が高められ、より好ましい。また、必要  
20     に応じて、あるいは要求される機械特性等に応じて、強化繊維の層を複数層に積層して強化繊維基材を形成し、その強化繊維基材に樹脂を含浸する。積層する強化繊維層には、一方向に引き揃えた繊維層や織物層を適宜積層でき、その繊維配向方向も、要求される強度の方向に応じて適宜選択できる。

25     また、FRPの樹脂としては、ビニルエステル樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、フェノール樹脂などが好適に用いられるが、特に建築材料・土木材料用途では、燃焼性の規格があるため、フェノール樹脂が最も好適に用いられる。

   サンドイッチ構造体の構造としては、一対の板がある間隙をもって配置されその間隙に上下の板を接合するリブ構造体があり、シームレス密閉中空コア材がその間隙内に存在すればどんな構造でもよい。また少なくとも一方の板が、山部と

谷部が交互に配置された折板形状をしているサンドイッチ構造体も用途によっては好適に用いられる。

一対の板の形状としては用途に応じて、平板形状、波板形状などを使い分けることができる。また一対の板の間隔も、実質的に一定であるものの他、間隔が変化していても何ら問題はない。

リブの形状も一対の板からいずれも垂直に延びて一対の板を繋いでいる構造を取れる他、トラス構造、ラーメン構造のリブ構造でもよい。

本サンドイッチ構造体を建築材料用途などに用いる場合には、耐火性の要求から少なくとも片面に耐火材が設けられていてもよい。耐火材としては、ロックウール成形板、樹脂発泡体、ロックウールのフェルト材、セラミックファイバーのフェルト材、耐火性塗料、発泡性塗料、耐火性シーラントなど、あるいはそれらの組み合わせたものが好適に用いられる。

上記のサンドイッチ構造体の製造方法を以下に順を追って説明する。

(1) 成形型上に強化繊維を配置する。この時強化繊維を配置する方法としては、繊維をそのまま型上に置く方法もあるが、製造の効率化からあらかじめクロスとした繊維を配置した方が好ましい。

(2) 強化繊維を巻いたシームレス密閉中空コア材を強化繊維上に配置する。シームレス密閉中空コア材はサンドイッチ構造体の所望の形状に合わせて、ブロー成形などで成形されたものを用いることができる。またシームレス密閉中空コア材の間には樹脂注入後リブとなるように強化繊維を挿入してもよい。強化繊維を挿入せずに、シームレス密閉中空コア材に巻いた強化繊維をリブとしてもよい。サンドイッチ構造体の物性に応じてコア材についてはシームレス密閉中空コア材のみでなく、有機の発泡体、木材、コンクリートなどをシームレス密閉中空コア材と組み合わせて使用してもよい。

(3) さらにサンドイッチ構造体の上面になる強化繊維を配置する。

(4) 成形体全体を真空用フィルム基材で覆う。

(5) 覆われた内部を真空とする。

(6) 内部に樹脂を注入して強化繊維に含浸させる。この時含浸の補助手段として、シームレス密閉中空コア材あるいはそれと合わせて使用するコア材の少なく

とも一面に、樹脂の通り道となる溝を切ったものを用いてもよい。成形体が大型になると特にこのような樹脂含浸の補助手段が有効である。また、樹脂拡散媒体として、網状体等の別部材として配置することも可能である。

- (7) 樹脂を硬化させた後、脱型する。硬化には必要に応じて熱を与えてもよい。  
5 また脱型後にアフターキュアとしてさらに熱を加えてもよい。

以下、上記サンドイッチ構造体のより具体的な実施態様を図を用いて説明する。

- 図9は上記サンドイッチ構造体の一実施態様を示したものである。サンドイッチ構造体81は、FRP製からなる上下の板82および、リブ83によって形成されたサンドイッチ構造体の中にシームレス密閉中空コア材84が包含されている。  
10 リブ83とシームレス密閉中空コア材84の側壁は一体成形されてもよい。

- 図10は別の実施態様を示したものである。折板形状に賦形されたサンドイッチ構造体91のFRP製からなる上下の板92、およびリブ93によって形成されたサンドイッチ構造体91の中に、シームレス密閉中空コア材94が包含されている。  
15 リブ93とシームレス密閉中空コア材94の側壁は一体成形されてもよい。

図11はさらに別の実施態様を示したものである。サンドイッチ構造体101の上下の板102とリブ103、シームレス密閉中空コア材104とおよびウレタン発泡体のコア105のサンドイッチ構造体101の片面に耐火材106の層が形成されている。

- 図12はシームレス密閉中空コア材の一形態を示したものである。図12に示すシームレス密閉中空コア材111の表面(図示例では上下面)には、溝112が形成されており、成形の際の樹脂の流路として機能できるようになっている。  
20

- 図13は、サンドイッチ構造体121の一对のFRP製板122a、122bのうちの一方の板122aが折板構造を有し、両板の間隙が板延在方向に変化している例を示している。  
25 123はリブ、124はシームレス密閉中空コア材を示している。リブ123とシームレス密閉中空コア材124の側壁は一体成形されてもよい。

図14に示すサンドイッチ構造体131では、FRP製からなる一对の板132a、132b間に、リブ構造体としてトラス構造体133が設けられている。



そして、内部の適当な位置に、シームレス密閉中空コア材 1 3 4 と通常のコア 1 3 5 が設けられた例を示している。

さらに図 1 5 は、サンドイッチ構造体 1 4 1 が全体として種々の形状を採り得ることを示しており、図示例ではピラミッド状に形成された部分 1 4 2 が接続された形状になっている。

とくに図 1 6 に示すような半円形状に賦形されたサンドイッチ構造体 1 5 1 とすることにより、屋根材として使用する上で、より好適なものとなる。図 1 6 において、1 5 2 は F R P 製からなる一対の板、1 5 3 はリブ、1 5 4 はシームレス密閉中空コア材を示している。

このように、本発明に係るシームレス密閉中空コア材を包含するサンドイッチ構造体は種々の形態を採り得る。とくに屋根材等の建材に好適な種々の形態とすることができ、かつ、前述の如く軽量でありながら十分な機械的物性を備えることができ、しかも安価に製造できる。

以上の如く、本発明に係るシームレス密閉中空コア材を包含する F R P 製サンドイッチ構造体およびその製造方法によれば、低コストでかつ十分な物性を備えたサンドイッチ構造体が提供できる。

次に、コア材の一端部の少なくとも一面に、F R P 製の補強部材のフランジ部が嵌着される凹部が切り欠かれており、該コア材に、前記凹部に連通し成形時に樹脂の通り道となる溝が形成されており、かつ、F R P 板と前記 F R P 製の補強部材と前記コア材が樹脂によって一体化されている F R P 構造体、およびその製造方法の実施態様について説明する。

図 1 7 に示す F R P 構造体 1 6 1 は、コア材 1 6 2 と、コア材 1 6 2 の少なくとも一面（本実施態様では両面）に配置された F R P 板 1 6 3 a、1 6 3 b と、各コア材 1 6 2 の少なくとも一端部（本実施態様では両端部）に配置された断面コ字状の F R P 製の補強部材 1 6 4 a、1 6 4 b とを有している。F R P 構造体 1 6 1 の中央部に配置された補強部材 1 6 4 a は、補強用リブとして機能し、端部に配置された補強部材 1 6 4 b はキャップ部材として機能している。これら補強部材 1 6 4 a、1 6 4 b の断面形状はコ字状以外にも、L 字形や T 字形、I 字形等であってもよい。F R P 板 1 6 3 a または 1 6 3 b に対し実質的に並行に延び

る部分と垂直に延びる部分とを有する形状であればよい。このFRP板に対し実質的に並行に延びる部分、図17の例ではコ字状断面形状のフランジ部が、コア材162の端部の少なくとも一面に形成された切り欠き凹部162aに嵌着されている。この切り欠き凹部162aの深さと、そこに嵌着される補強部材部分の厚さとは実質的に等しいことが好ましく、それによってその上に配置されるFRP板の平面性が確保される。

コア材162の切り欠き凹部は、たとえば図18に示すように形成されている。図18において、(A)は、たとえば発泡体からなるコア材用の素材171であり、たとえば矩形に形成されている。この素材171の少なくとも一端部に、図18の(B)、(C)に示すように凹部が切り欠かれる。図18(B)に示す例では、図17に示したような断面コ字状の補強部材が装着できるように、両面に切り欠き凹部172a、172bが設けられたコア材173とされている。図18(C)に示す例では、片面のみに切り欠き凹部174が設けられたコア材175とされている。

上記のようなFRP構造体は、真空バッグ法によるRTM法によって成形できる。このRTM法による成形は、たとえば図19に示すように行われる。図19では、サンドイッチ構造を有するFRP構造体の成形について説明する。

図19に示す方法においては、型181内に、発泡体等からなるコア材182が配置されるとともに、少なくともその両面に強化繊維基材183が配置される。コア材182は、本実施態様では複数の分割構成とされ、複数のコア材182が平面的にみて縦横に配列されている。配列されたコア材182の列の端部は、上記強化繊維基材183がコア材182を包み込むように配置されてもよいし、図19に示すように、コ字状のキャップ状強化繊維基材188を配置してもよい。

各コア材182はたとえば図20に示すように構成されており、樹脂の通り道となる大溝184と、該大溝184に連通し、該大溝184から分岐した多数の小溝185を有している。この大溝184および小溝185を介して樹脂が強化繊維基材183の面方向に拡散され、拡散された樹脂が強化繊維基材183の厚み方向に基材183に含浸される。この実施態様では、コア材182自身に、溝部分により、樹脂を基材面方向に拡散するための拡散路を付与してあるが、この

構造とは別に、あるいはこの構造とともに、別部材からなる、樹脂を強化繊維基材の面方向に拡散するシート状の媒体を設けてもよい。この媒体は、強化繊維基材 1 8 3 の上面側に、あるいは上下両面側に配置することができる。媒体の構造は特に限定されないが、図 2 0 に示したと同様の溝構造を有するシート状部材、  
5   あるいは縦横に溝を有するシート状部材、さらには網状体等から構成できる。

そして図 2 0 に示した実施態様では、コア材 1 8 2 の両側部（または四辺部）に切り欠き凹部 1 8 6 が形成されており、該切り欠き凹部 1 8 6 に図 1 9 に示すように断面コ字状のリブ用補強部材を形成するための強化繊維基材 1 8 7 が配置されている。構造体の中央部ではこのリブを形成するコ字状強化繊維基材 1 8 7  
10   同士が突き合わされており、配列されたコア材 1 8 2 の端部部分では、コ字状のキャップ用強化繊維基材 1 8 8 が配置されており、これらがコア材 1 8 2 とともに、両面に配置した強化繊維基材 1 8 3 で覆われている。但し、配列されたコア材 1 8 2 の端部部分を強化繊維基材 1 8 3 で覆うようにする場合等には、該端部部分のコ字状のキャップ状強化繊維基材 1 8 8 は必ずしも設ける必要はない。

15   上記強化繊維基材 1 8 3 の型の上面側が、バッグフィルム 1 8 9 で覆われ、内部が真空ポンプ 1 9 0 による吸引によって真空状態にされる。次いで、バルブ 1 9 1 を開いて、液状の樹脂 1 9 2 が上記真空状態に保たれた型 1 8 1 内に注入される。注入は、多孔質材等からなるエッジブリーザ 1 9 3 を介して行われ、ポンプ 1 9 0 への吸引も同様のエッジブリーザ 1 9 4 を介して行われる。樹脂の注入  
20   位置、真空吸引位置、エッジブリーザは 1 9 3、1 9 4 の設置位置は、適宜変更できる。たとえば、F R P 構造体の中央部から樹脂を注入するようにすることもできる。また、本実施態様では、強化繊維基材 1 8 3 の上面を直接バッグフィルム 1 8 9 で覆うようにしたが、必要に応じて、間に成形後に剝離される離型資材（図示略）を介装してもよい。上記実施態様では、バッグフィルム 1 8 9 自身が  
25   離型資材の機能を備えている。必要に応じて設ける離型資材としては、樹脂は通過できるが硬化後に剝がされ F R P 構造体から取り除くことが可能な離型資材（たとえば、ナイロン製タフタ織物シートなど）が好ましい。さらにまた、バッグフィルム 1 8 9 と強化繊維基材 1 8 3 の型の上面側との間に、鉄板等の剛性板を配置してもよい。

注入された樹脂は、前述の如く、コア材 1 8 2 の大溝 1 8 4、小溝 1 8 5 に沿って強化繊維基材 1 8 3 の表面の面方向に速やかに拡散しつつ、強化繊維基材 1 8 3 の厚み方向に徐々に含浸される。このとき同時に、リブやキャップを形成するコ字状強化繊維基材 1 8 7、1 8 8 にも樹脂が含浸され、リブやキャップが一体に成形される。含浸された樹脂が、常温で、場合によっては加熱によって硬化され、FRP 構造体が完成する。硬化後にバグフィルム 1 8 9 が取り除かれ、硬化した FRP 構造体が型 1 8 1 から取り出される。このように、FRP 構造体が一体に成形される。

上記成形において、コア材に設けられた溝は、成形の際の樹脂の通り道となる。この溝と前述のコア材に設ける切り欠き凹部との関係は、各種の態様を採ることができる。

たとえば図 2 1 (A) に示すように、コア材 2 0 1 に溝 2 0 2 を複数条並設し、該溝 2 0 2 を、端部に設けた切り欠き凹部 2 0 3 と連通するように形成すれば、成形時に樹脂を円滑に切り欠き凹部 2 0 3 に導いて、該部分に配置されている補強部材形成用基材に容易に樹脂を拡散させることができる。また、図 2 1 (B) に示すように、溝 2 1 2 が切り欠き凹部 2 1 3 の底面まで延びるコア材 2 1 1 とすれば、一層良好な樹脂の拡散を行わせることができるとともに、この延長部分は樹脂のみあるいは樹脂リッチの部分に成形されるのでボイドの逃げ場にもなり、FRP 成形部分のボイド率の低下にも寄与できる。

上記図 2 1 (A)、(B) に示したコア材 2 0 1、2 1 1 に、FRP 製の補強部材 2 3 1、2 3 2 あるいは該補強部材形成用の強化繊維基材を配置した構造は、それぞれ、図 2 2 の (A)、(B) のようになる。

さらに、図 2 1 (C) に示すように、コア材 2 2 1 に、切り欠き凹部 2 2 3 の延設方向と並行する方向に延びる溝 2 2 2 を刻設することもでき、さらにコア材 2 2 1 の他の部位の表面に、溝 2 2 2 と並行する溝 2 2 4 を刻設しておくこともできる。溝 2 2 2 は、主として補強部材部分への樹脂の拡散に寄与し、溝 2 2 4 は FRP 板形成用強化繊維基材への樹脂拡散に寄与する。

上記のようなコア材に形成される溝は、図 2 3 に示すように、そのピッチ、深さ、幅を、成形条件（温度、圧力等）や用いる樹脂の粘度等に応じて適宜設定で

きる。たとえば、大溝の深さをH、溝幅をW、溝の配設ピッチをPとすると、

$$(a) \quad 200 \geq W \times H \geq 5 \text{ (mm}^2\text{)}, \quad (b) \quad 300 \geq P \geq 100 \text{ (mm)}$$

の関係が満たされていることが好ましい。また、小溝の深さをh、溝幅をw、溝の配設ピッチをpとすると、

5       $(a) \quad 100 \geq w \times h \geq 1 \text{ (mm}^2\text{)}, \quad (b) \quad 100 \geq p \geq 5 \text{ (mm)}$

の関係が満たされていることが好ましい。W×Hやw×hが小さすぎると成形速度が遅くなる。逆に大きすぎると樹脂が多くなり、成形体の重量が大きくなる。ピッチPやpが狭すぎると樹脂が多くなり、成形体の重量が大きくなる。逆に広すぎると成形速度が遅く、また、含浸不良となり、安定成形が困難になる。

10      このように、切り欠き凹部、溝を有する最適なコア材が設計され、それによって、補強部材部分を含めたFRP構造体全体の一体成形が容易化される。このようなFRP構造体およびその製造方法によれば、とくにコア材の構造の最適化により、軽量で高強度、高剛性の比較的大型のFRP構造体を一体成形により容易にかつ安価に製造できる。

15      さらに、コア材、コア材と一体に成形される補強用のFRP製リブは、各種の形態を採ることができる。

たとえば、図24および図25に示すような断面形態に構成できる。図24は、FRP板がコア材の片面側に配置された構造例を示し、図25は、FRP板がコア材の両面側に配置されたサンドイッチ構造の例を示している。

20      図24において、241はFRP構造体を示しており、該FRP構造体241は、FRP板242と、FRP板242の一面側に配置されたコア材243と、コア材243間に配置され、FRP板242に対し実質的に垂直方向に延びるウェブ部244aとFRP板242の面方向に延びるフランジ部244bとを有するリブ244とを有する。リブ244は、断面逆L字形のリブ形成部材245a、  
25      245bからなるが、これらは一体のFRP部材として成形されており、一つのリブ244を構成している。このリブ244は、FRP板242と一体的に接合されている。また、コア材243は、複数の部材に形成されており、隣接コア材243間にリブ244が配置されている。

コア材243としては（図25に示す構造についても同様）、発泡体や木材等

を使用でき、軽量化の点で発泡体が好ましい。発泡体の材質としては、ポリウレタン、ポリスチレン、ポリエチレン、ポリプロピレン、PVC、シリコンなどを用い、その比重は0.02から0.2の間で選択することが好ましい。比重が0.02未満のものを用いると、十分な強度が得られなくなる恐れが生じる。また、  
5 比重が0.2を超えると、強度は高くなるが、重量が嵩み軽量化という目的に反するものになってしまう。また、コア材としてハニカム材を用いることもできる。ハニカム材の材質としてはアルミハニカム、アラミドハニカムなどがあり、必要とされる強度等によりその材質、寸法を選択することができる。

図25の(A)、(B)、(C)は、サンドイッチ構造とする場合の例を示している。図25(A)に示すFRP構造体251においては、コア材253の両面にFRP板252a、252b(FRPスキン板)が配置され、両FRP板252a、252b間にわたってFRP製のリブ254が配置されている。リブ254は、2つの断面コ字状のリブ形成部材が背中合わせに接合されて構成され、リブ254は、ウェブ部254aとフランジ部254bとを有している。図25  
15 (B)に示すFRP構造体255においては、隣接コア材256間に一つの断面コ字状のFRP材部材が配置されてリブ257が形成されており、図25(C)に示すFRP構造体258においては、隣接コア材259間に、ウェブ部260aに対し互いに反対方向に延びるフランジ部260bを有するFRP部材からリブ260が形成されている。

20 上記のようなリブを配置するに際し、たとえば図25(B)に示した形態を例にとって図26に示すように、コア材256の少なくとも一端(一辺)の上下面に切り欠き凹部256aを形成しておき、この切り欠き凹部256aにリブ257のフランジ部を配置するとよい。このフランジ部の厚さと切り欠き凹部256aの深さを揃えておくことにより、実質的に面一構成が可能となり、その上に配置されるFRP板252a、252bの平面性を良好に保つことができる。  
25

上記のようなFRP構造体は、図19に示したのと同様の真空RTM法によって成形できる。

このFRP構造体の一体成形においては、リブの成形方法として、各種の態様を採ることができる。

たとえば図27に示すように、サンドイッチ構造のFRP構造体を成形するに際し、コア材261にリブ形成用の強化繊維基材262を巻き付け、強化繊維基材262を巻き付けたコア材261を適宜配置してコア材261の配列体を構成し、その上下両面にFRP板形成用の強化繊維基材263を配置する。この状態で、図19に示した方法に準じて全体を一体成形すればよい。この方法では、リブ形成用の強化繊維基材262の所望の配置を極めて容易に行うことができる。

また、図28に示すように、リブ用コア材271（たとえば、比較的薄形の発泡体）とリブ用強化繊維基材272とからなるリブ形成用基材273を予め作成しておき、そのリブ形成用基材273を所望の部位に適宜配置し、コア材274、FRP板形成用強化繊維基材275とともに一体成形することもできる。

さらに図示は省略するが、リブ形成用基材を予め成形されたFRP製の基材とし、そのリブ形成用基材を所望の部位に適宜配置して一発成形に供することもできる。このリブ形成用基板としてはとしては、FRP単板構成のもの他、図28に示したようなコア材を内包する予め成形されたFRP部材とすることができる。

また、リブの配置に関しても各種の態様を採ることができる。たとえば図29に示すように、コア材281に対してFRP板の面方向に（コア材281の辺方向に）リブ282を不連続に配置することができる。このような配置とすれば、リブ282間を一体成形時の樹脂の通り道に利用することができ、樹脂の拡散や含浸をより円滑化することが可能となる。また、リブ282間部位は樹脂のみあるいは樹脂リッチの部分とすることができるので、ボイドが発生しやすい場合にこの部分にボイドを集めて、FRP中のボイド率を低下させ、FRP部分の強度向上に寄与することが可能である。

また、たとえば図30に示すように、リブ291を、FRP板292と垂直の方向に不連続部293を有する構造、つまりウェブ部に不連続部293を有する構造とすることもできる。不連続部293は、FRP板292と並行方向に連続的に延びていてもよいが、孔構造としておくことが好ましい。このような構造とすれば、リブ291として最小限必要な強度を確保しつつ、成形時の樹脂の通り道やボイドの逃げ道を形成することができる。

さらに、図 3 1 に示すように、複数のコア材 3 0 1 が配列される場合、隣接コア材 3 0 1 間の全ての部位にリブ形成用基材 3 0 2 を配置しなくてもよい。つまり、FRP 構造体全体の要求強度等に応じて、リブが存在する部分と存在しない部分とが混在していてもよい。

- 5      なお、上記実施態様に係る FRP 構造体の表面（片面あるいは両面）には、化粧層、難燃材の層、耐火層等からなる表面層が設けられてもよく、また、FRP 板自身の内部に難燃剤等が配合されてもよい。

さて、本発明に係る FRP 構造体においては、リブ部は FRP 構造体全体の強度、剛性を高く保つのに大きく寄与している。この点から、リブの好ましい特性、  
10    形状について考察してみる。

図 3 2 に示すように、コア材 3 1 2 の両面に FRP 板 3 1 1（FRP スキン板）を有し、FRP 板 3 1 1 間にウェブ部 3 1 3 a とフランジ部 3 1 3 b を有するリブ 3 1 3 を備えたサンドイッチ構造の FRP 構造体 3 1 4（図 3 2（A））について、図 3 2（B）に示すようにフランジ部 3 1 3 b を取り出して、FRP  
15    スキン板 3 1 1 との強度の大小関係について考えてみる。

フランジ長さ  $a$  と、フランジ部 3 1 3 b と FRP スキン板 3 1 1 との接合の有効率  $K$ （有効に接合している部分の面積割合）から、

$$\max(\sigma_2 t_2, \sigma_s t_s) \geq K \tau a \geq \min(\sigma_2 t_2, \sigma_s t_s) \cdots (1)$$

20    ここで、 $\max(\sigma_2 t_2, \sigma_s t_s)$  は、 $\sigma_2 t_2$  と  $\sigma_s t_s$  の大きい方を指し、 $\min(\sigma_2 t_2, \sigma_s t_s)$  は小さい方を指す。 $\sigma_2$  はフランジ部の引張強度（応力）、 $\sigma_s$  はスキン板の引張強度（応力）、 $t_2$  はフランジ部の厚さ、 $t_s$  はスキン板の厚さである。 $\tau$  は、フランジ部とスキン板との間の層間剪断強度（接着強度）である。

25    リブ 3 1 3 のウェブやフランジは、強化繊維が  $\pm 45^\circ$  に配置されることが多く、FRP スキン板は  $[0^\circ / 90^\circ]$  に配置されることが多いので、上記（1）式から、

$$\sigma_s t_s / \tau \geq K a \geq \sigma_2 t_2 / \tau \cdots (2)$$

が導出される。



つまり、上記リブ 3 1 3 のフランジ部 3 1 3 b と F R P 板 3 1 1 との間の剪断強さが、リブ 3 1 3 のフランジ部 3 1 3 b 自身の剪断方向における引張強さ以上であることが好ましい。

また、リブ部分の強度について考えてみるに、図 3 3 に示すように、F R P スキン板 3 2 1 の上面が  $\delta$  だけ変形させられたとすると、リブ 3 2 2 のウェブ部 3 2 2 a とフランジ部 3 2 2 b との間のコーナ部におけるモーメントの釣り合いと発生する応力から、

$$b / t_1^2 \propto a / t_2^2 \quad \dots (3)$$

となる。ここで、 $b$  は F R P スキン板 3 2 1 間の距離（リブ 3 2 2 の高さ）、 $a$  はフランジ部 3 2 2 b の接合長さ、 $t_1$  はウェブ部 3 2 2 a の厚さ、 $t_2$  はフランジ部 3 2 2 b の厚さである。

上記 (3) 式を無次元化（パラメータ化）すると、

$$a / a_0 = K (b / b_0) [(t_2 / t_{20}) / (t_1 / t_{10})]^2 \quad \dots (4)$$

となる。ここで、 $a_0$ 、 $b_0$ 、 $t_{20}$ 、 $t_{10}$  は成形条件（構造条件）で設定される基準値、 $K$  は (3) 式における比例定数である。

通常、リブ 3 2 2 の形成においては、 $t_2 = t_1$  となる場合が多く、かつ、 $t_2$  部分においては、フランジ部とスキン板が強固に接合していると実質的に  $t_2 + t_s$  の厚さを持つのと同等とみなせるから、(4) 式において  $t_2$  を  $t_1 + t_s$  に置き換えると、

$$a / a_0 = K (b / b_0) (t_s / t_1 + 1)^2 \quad \dots (5)$$

となる。 $a_0$ 、 $b_0$  は成形条件（構造条件）で設定される基準値、 $K$  は比例定数であり、 $a_0$ 、 $b_0$ 、 $K$  を試験によって求めておくことにより、要求強度に応じて、 $a$ 、 $b$ 、 $t_s$ 、 $t_1$  の最適な設計が可能となる。

また、リブのフランジ部の厚さについても、以下のように最適な設計を目指すことができる。図 3 4 に示すように、コア材 3 3 2 の両面に F R P 板 3 3 1 を配置し、コ字状部材を突き合わせたリブ 3 3 3 を備えた F R P 構造体 3 3 4 を考えるとき、リブ 3 3 3 のフランジ部 3 3 3 b（厚さ： $t$ ）に入れる強化繊維基材（たとえば織物）の目付を  $w$ 、比重を  $\rho$ 、繊維体積含有率を  $V_f$  とすると、成形

前のこの部分の厚さ  $t_0$  (設計値) は、

$$t_0 = (w / \rho) (1 / V_f) \quad \dots (6)$$

となる。

より詳しくは、強化繊維基材は積層構成を採ることが多いので、各層毎のシミュレーションとしてより正確に表わすと、

$$t_0 = \Sigma [(w_i / \rho_i) (1 / V_{fi})] \quad \dots (7)$$

となる。添字  $i$  は各層毎を意味している。

しかしながら、上記 (6)、(7) 式で求められる  $t_0$  は成形前の値であり、FRP への成形後には、成形条件 (たとえば、温度、樹脂粘度、加圧条件等) によって成形品のリブフランジ厚さ  $t_2$  は多少ばらつく。換言すれば、成形条件によって、成形後の  $t_2$  を  $t_2 = t_0$ 、 $t_2 > t_0$ 、 $t_2 < t_0$  のいずれにもコントロール可能である。

$t_2 = t_0$  の場合には、コア材の表面とリブフランジ部の外面とを実質的に面一にできるから、その上に配置された FRP 板の表面の平滑性が良好で、成形品の  $V_f$  も狙い通りになる。

$t_2 < t_0$  の場合には、リブのウェブ部の  $V_f$  を高くなるように成形することにより、リブの強度特性を高くすることができる。

$t_2 > t_0$  の場合には、予め低い  $V_f$  側で構造設計しておくことにより、成形の容易性を確保できる。とくに、ドライの強化繊維織物をセットする場合に有利である。

さらに、図 3 5 (A)、(B) に示すように、リブ 3 4 3 のフランジ部 3 4 3 b が、コア材 3 4 2 に形成された切り欠き凹部 3 4 2 a 内に配置される場合、リブ 3 4 3 のフランジ部 3 4 3 b の先端面 3 4 3 c とコア材 3 4 2 の切り欠き凹部 3 4 2 a の対向面 3 4 2 b との間に、成形前に隙間を開けておき、成形後には樹脂のみの層 3 4 4 あるいは樹脂リッチの層として介在させることができる。上記隙間あるいは層 3 4 4 の幅は、フランジ部 3 4 3 b の長さ  $a$  の 5 % 以下とすることが好ましい。このような層 3 4 4 が存在する構造とすれば、成形時には、樹脂の通り道として樹脂の拡散や含浸を容易化でき、リブのフランジ形成用強化繊維基材が切り欠き凹部 3 4 2 a 内に確実に納まるからその端部のコア材表面への乗

り上げを確実に防止できるので、その上に配置されるFRP板341の表面の平滑性を確保できる。また、ボイドが発生しやすい場合にあっても、ボイドを上記樹脂のみあるいは樹脂リッチの層344に集めることができ、FRP部分のボイド率を低下させて所望の強度を確保できる。

5       このように、上記のようなFRP構造体およびその製造方法によれば、軽量で高強度、高剛性の比較的大型のFRP構造体を一体成形により容易にかつ安価に製造できる。

また、本発明においては、図19に示したような一体成形を行うに際し、あらかじめ溝の形成されたコア材を用いることができる。

10       すなわち、コア材に設けられた溝は、成形の際の樹脂の通り道となるが、この溝は、今まで、コア材本体を形成した後に、機械加工による後加工で形成されていた。本実施態様においては、コア材本体の成形と実質的に同時に成形により形成される。所定の溝形成用パターンを有する成形型内での発泡により成形され、成形と同時に少なくとも一面に溝が形成された発泡体からなるコア材の少なくとも  
15       も片面にFRP層が配置されたFRP構造体を成形するのである。このFRP構造体においても、FRP層の強化繊維は、フィラメント数が10,000～300,000本の範囲にあるトウ状の炭素繊維フィラメント糸を有することが好ましい。

20       コア材が軽量の樹脂からなる場合には、コア材の成形型に予め所望の溝パターンを形成しておき、その型内に樹脂を注入することにより、コア材の成形と同時に所定パターンの溝が形成される。とくにコア材が発泡体からなる場合には、コア材の成形型に予め所望の溝形成パターンを形成しておき、発泡剤を含む樹脂等が型内に注入され、型内で発泡させることにより、所定パターンの溝を有する発泡体からなるコア材が容易に成形される。したがって、溝形成のための後加工が  
25       不必要になり、溝付きコア材の製作時間と費用が大幅に低減される。これは、FRP構造体の製造全体でみた場合にも、FRP構造体の製造時間とコストの両方の大幅な低減につながる。とくに、比較的大型のFRP構造体の製造、使用するコア材の数の多いFRP構造体の製造の場合に効果が大きい。

また、溝がコア材自身とともに成形により形成されるので、実質的にあらゆる

溝パターンが自由にかつ容易に形成される。したがって、FRP構造体成形の際の樹脂の流路パターンが容易に最適化され、均質で、部分的にも全体的にも特性の優れたFRP構造体を得られる。

5 このコア材の溝パターンの最適化は、製造すべきFRP構造体等に応じて適宜決めればよい。図36に、コア材の溝パターン部の各種例を示す。もちろん、図36に示したパターン以外の、任意の溝パターンとすることができる。

図36(A)は、前述の図2に示したコア材と同等の溝パターンを有するコア材351を示しており、大溝352の両側に実質的に直角方向に複数の小溝353が分岐されたパターンを示している。図36(B)は、大溝352に対し小溝354が斜め方向に分岐し、かつ、互いに平行に延びるパターンを有するコア材355を示している。図36(C)は、大溝352の両側に、山形状の小溝356が連通したパターンを有するコア材357を示している。図36(D)は、複数の溝358が波状に延びるように形成されたパターンを有するコア材359を示している。図36(E)は、溝360が直交格子状に形成されたパターンを有するコア材361を示している。図36(F)は、溝362が斜め格子状に形成されたパターンを有するコア材363を示している。また、溝の断面形状は、図23に示すような長方形よりも、型発泡後の脱型が容易になるように、逆台形やV字型の方がよい。

20 このように、コア材の溝は、コア材の成形と同時に、成形によって形成することにより、実質的に任意のパターンに形成され、製造すべきFRP構造体等に応じて、成形の際の樹脂流路パターンが最適化される。樹脂流路パターンの最適化により、より均質で特性に優れたFRP構造体を一体成形できる。また、コア材の溝をコア材自身の成形と同時に形成するので、コア材の製作、準備を含めたFRP構造体の製造全体についてみて、FRP構造体をより安価にかつ効率よく一体成形することができる。

25 さらに本発明においては、FRP構造体成形時の樹脂拡散媒体として網状体を使用し、この網状体を、コア材、強化繊維基材と一体に成形することができる。網状体としては、たとえば、樹脂の流動抵抗が厚さ方向より面方向に低く、粘度が5ポイズ以下で吐出圧1kg/cm<sup>2</sup>の樹脂が1cm/分以上の速度で面方向

に流動できるようなシート状のものであり、材質は特に限定されないが、成形後には一体的に内包されたままの状態になるものであることから、樹脂製の網状体とすることが好ましい。その網状体も 50 メッシュ以上、500 メッシュ以下が好ましい。成形時には注入される F R P のマトリックス樹脂が網状体内に充満し、  
5 成形後にはマトリックス樹脂と一体化される。そのため、網状体内に充満される樹脂量は少ない程、軽量化が図れるため、この網状体の厚みは 3 mm 以下であることが好ましい。注入されるマトリックス樹脂を、常温で液状のものとすれば、注入時や樹脂拡散時に網状体の形態がくずれることはない。

このような F R P 構造体においては、コア材の片面のみに F R P 層が存在する構成、あるいは、コア材の露出する面が存在する構成、その面が F R P 層ではないが樹脂層で覆われた構成等も採用できるが、最終成形品の強度、剛性上、コア材の両面に F R P 層が配置されたサンドイッチ構造、あるいはコア材の全周にわたって F R P 層が配置された構造とすることが好ましい。

このような構造の一例を図 3 7 に示す。図 3 7 に示す構造の F R P 構造体 3 7  
15 1 においては、発泡体からなるコア材 3 7 2 の上に全周にわたって網状体内包の樹脂層 3 7 3 が配置され、その上に全周にわたって F R P 層 3 7 4 が形成されている。コア材 3 7 2 には、成形時の樹脂の通り道となる溝 3 7 5 が形成されており、成形後には溝 3 7 5 内は主として樹脂のみからなる層 3 7 6 に構成されている。

20 このような F R P 構造体 3 7 1 の成形方法の一例を、図 3 8、図 3 9 に示す。図 3 8 において、コア材 3 7 2 の周囲に 300 メッシュ以下の網状体 3 7 7 が配置され、該網状体 3 7 7 の上に全周にわたって強化繊維基材 3 7 8 が配置されている。これらが型面 3 7 9 上に配置され、全体がバッグフィルム 3 8 0 で覆われる。バッグフィルム 3 8 0 の端部と型面 3 7 9 との間は、シールテープ 3 8 1 等  
25 によってシールされている。本実施態様では、型面 3 7 9 上に配置するようにしたが、型なしで、全体をバッグフィルム 3 8 0 で密封することも可能である。また、バッグフィルム 3 8 0 と強化繊維基材 3 7 8 との間に鉄板等の剛性板を配置し、型面や鉄板等によって成形品表面の平滑性を確保することができる。

コア材 3 7 2 には、図 3 9 にも示すように、中央部の幅方向全周にわたって、

成形時の樹脂の通り道となる溝 3 7 5 が刻設されている。この溝 3 7 5 は、複数条刻設してもよく、縦横に延設してもよい。

図 3-8 に示すように、コア材 3 7 2 の溝 3 7 5 に対応する位置に樹脂の注入口 3 8 2 が設けられ、バッグフィルム 3 8 0 内の両端部に真空吸引口 3 8 3 が設けられる。全体がバッグフィルム 3 8 0 で覆われた後、内部が真空ポンプ 3 8 4 による吸引によって真空状態にされる。次いで、バルブ 3 8 5 が開かれ、樹脂 3 8 6 が注入口 3 8 2 を通して注入される。注入口 3 8 2 や吸引口 3 8 3 部分には、成形後にバッグフィルム 3 8 0 とともに剝離可能な部材を設けておくといふ。

注入された樹脂は、真空状態にされたバッグフィルム 3 8 0 内で自然にかつ迅速に、溝 3 8 5 に沿って分配されるとともに、網状体 3 8 7 を介して強化繊維基材 3 8 8 の内面全体にわたって拡散される。拡散した樹脂は、強化繊維基材 3 8 8 の厚み方向に含浸される。この厚み方向の距離は短いので、含浸は極めて迅速に行われる。含浸された樹脂は、常温で、場合によっては加熱によって硬化され、FRP 構造体 1 が一体成形により完成する。樹脂硬化後、バッグフィルム 3 8 0 が取り除かれ、FRP 構造体 3 7 1 が取り出される。なお、強化繊維基材 3 7 8 とバッグフィルム 3 8 0 との間には必要に応じて、成形後に剝離される離型資材（図示略）を介装してもよい。上記実施態様では、バッグフィルム 3 8 0 自身が離型資材の機能を備えている。

このように成形された FRP サンドイッチ構造体 3 7 1 は、軽量で高強度、高剛性であり、上記のような真空 RTM 法による一体成形により、比較的大型の成形品まで極めて容易にかつ安価に製造できる。また、網状体 3 7 7 を介して注入樹脂を拡散させるので、迅速で均一な拡散を達成でき、成形された FRP 構造体 3 7 1 の FRP 層も均一な所望の物性になる。

また、コア材 3 7 2 に形成した溝 3 7 5 は実質的に樹脂のみの層となり、網状体 3 7 7 部分は注入樹脂と一体に硬化されるが、これらの部分は、FRP 層に対するボイドの逃げ場となり、FRP 層のボイド率を低下させて、FRP 構造体 3 7 1 全体を高強度、高剛性に確保できる。

このような FRP サンドイッチ構造体においては、FRP 板の体積繊維含有率が 3 5 % 以上 6 5 % 以下であり、ボイド率が 5 % 以下であることが好ましく、よ

り好ましくは、体積繊維含有率が40%以上55%以下、ボイド率が3%以下である。このような高体積繊維含有率、および低ボイド率は、溝付きコア材と上記のような一体成形により容易に達成される。

5      なお、上記態様においては、FRPの樹脂を無機材料に代えた複合材料とすることも可能であり、このような複合材料は、とくに耐火材として使用できる。好ましい無機材料の例としては、セメント、モルタル、コンクリートやアルカリ珪酸塩、石膏などが挙げられる。とくにセメントやモルタルがより好ましい。

10      また、コア材として中空体を使用することもでき、その場合には、内部に発泡材を充填することもできる。また、コア材の材質としては任意に選択でき、たとえば、プラスチックまたはゴムまたは薄肉金属等から構成することができる。さらに、コア材の断面形状も任意に選択でき、たとえば、円形や矩形の断面とすることができる。

15      図40および図41は、別の実施態様に係るFRPサンドイッチ構造体の製造方法を示している。図40に示す方法においては、型391内に、コア材392とその周囲に設けられた網状体393と、その周囲に設けられた強化繊維基材394とが配置され、これら全体が型391の上面側でバグフィルム395によって覆われる。本実施態様では、コア材392には、図41に示すように、図39に示したのと同様の幅方向全周にわたって延びる溝396aと、その溝396aに連通し、コア材392の側面全周にわたって延びる溝396bとが刻設され  
20      ている。

    このように図20に示すような大溝184と小溝185のうち、小溝185の機能を網状体393に置き替えることによって、溝部に残る樹脂が硬化により収縮することによって生じる「引け」による成形品表面の凹部を大幅に減少させることができる。表面の平滑性を重視する用途に好適である。

25      図38に示したのと同様の方法でバグフィルム395内を真空状態にした後、中央部の溝396aに対応する位置から樹脂を注入すると、注入樹脂は溝396aと溝396bとの両方によって分配され、かつ、網状体393を介して強化繊維基材394の内面全面にわたって迅速に拡散される。拡散した樹脂が強化繊維基材394に含浸され、硬化されてFRPサンドイッチ構造体が成形される。

コア材の形状や大きさは、図 3 9 や図 4 1 に示したもの以外に、実質的に自由な形状や大きさに設定できる。また、バッグフィルムを用いる真空バッグ法では、形状的な制約が全くないから、複雑な形状の F R P サンドイッチ構造体であっても容易に一体成形できる。

- 5      このように、上記 F R P サンドイッチ構造体およびその製造方法によれば、樹脂拡散媒体としての網状体を一体に成形することにより、軽量で高強度、高剛性の比較的大型の F R P 構造体を極めて容易にかつ安価に製造できる。

さらに本発明は、樹脂未含浸部の合理的な補修を行うことのできる F R P 構造体の製造方法を提供する。

- 10      図 4 2 は、上記 F R P 構造体の製造方法の一実施態様を示している。本実施態様では、比較的大型の平板パネル状の F R P 構造体 4 0 1 の表面の一部に樹脂未含浸部分 4 0 2 が生じた場合の補修方法を示しているが、F R P 構造体の大きさや形状には制約は全くない。本実施態様では、F R P 構造体 4 0 1 は、コア材 4 0 3（たとえば、独立発泡体からなるコア材）の両面に F R P スキン層 4 0 4 a、  
15      4 0 4 b を配置したサンドイッチ構造の構造体に成形される。図 4 2 は、一方の F R P スキン層 4 0 4 a の表面に樹脂未含浸部分 4 0 2 が生じた場合を示している。

- 図 4 2 に示すように、まず、樹脂未含浸部分 4 0 2 の表面上に、たとえば網状体からなる樹脂拡散媒体 4 0 5 を配置し、その上から、樹脂未含浸部分 4 0 2 全体を、  
20      バッグ基材としてのバッグフィルム 4 0 6 で覆う。バッグフィルム 4 0 6 には、真空ポンプ 4 0 7 へと接続された吸引管 4 0 8 と、樹脂 4 0 9 を収容した樹脂槽 4 1 0 にバルブ 4 1 1 を介して接続された樹脂送給管 4 1 2 とが接続されている。吸引管 4 0 8 の接続位置と樹脂送給管 4 1 2 の接続位置は、樹脂未含浸部分 4 0 2 に関して互いに反対側となるように設定されている。

- 25      バッグフィルム 4 0 6 と、樹脂未含浸部分 4 0 2 およびその周囲の F R P 構造体 4 0 1 を含む部分の表面との間には、シール部材としての両面テープ 4 1 3 が介装されており、樹脂未含浸部分 4 0 2 全体を周囲からシールしている。

この状態で、真空ポンプを作動させ、吸引管 4 0 8 を介しての吸引により、バッグフィルム 4 0 6 で覆われた内部を真空状態（減圧状態）にする。その状態に



した後、バルブ 4 1 1 を開いて樹脂 4 0 9 を樹脂送給管 4 1 2 を介して樹脂未含浸部分 4 0 2 に注入する。内部が真空状態にされているので、注入された樹脂は、樹脂拡散媒体 4 0 5 に沿って速やかに拡散されるとともに、樹脂未含浸部分 4 0 2 の露出していた強化繊維基材へと含浸される。樹脂未含浸部分 4 0 2 の実質的に全体が所定の真空状態とされているので、注入された樹脂は樹脂未含浸部分 4 0 2 全体に効率よくかつ速やかに含浸され、空洞や局所的な未含浸部分は残らない。

しかる後に、バッグフィルム 4 0 6 と樹脂拡散媒体 4 0 5 を除去し、含浸させた樹脂を硬化させる。この樹脂拡散媒体 4 0 5 は、別段問題が生じない場合には、除去せずに硬化樹脂と一体的に F R P 構造体 4 0 1 内に残してもよい。また、樹脂未含浸部分 4 0 2 が比較的狭い場合には、樹脂拡散媒体 4 0 5 の使用を省略することもできる。

このように補修、製造された F R P 構造体 4 0 1 においては、樹脂未含浸部分 4 0 2 において元の強化繊維基材がそのまま利用され、そこに実質的に完全に樹脂が含浸、硬化されているから、強化繊維基材が切断されることもなく、また、周囲の F R P 部分と実質的に完全に同一の F R P 構成とされ、しかも補修部分に空洞や局所的な未含浸部分も残らないから、部分的な強度低下のない、所望の F R P 構造体 4 0 1 が効率よく得られる。

また、樹脂未含浸部分 4 0 2 の除去や別素材投入の作業が不要で、実質的に樹脂未含浸部分 4 0 2 をバッグ基材で覆い内部を真空状態にして樹脂を注入するだけでよいから、作業が極めて簡便である。また、補修対象となる樹脂未含浸部分の位置にも、実質的に制約が全くなく、F R P 構造体のあらゆる表面部位に対して補修が可能となる。さらに、作業が簡便であることから、補修に要するコスト、ひいては F R P 構造体製造全体に要するコストも極めて安価である。

なお、図 1 にはサンドイッチ構造の F R P 構造体 4 0 1 を示したが、F R P 単板構成であってもよいことは言うまでもない。また、F R P 部分の構成についても特に制限はない。

F R P 材の強化繊維としては、特に限定はないが、たとえば、炭素繊維の一方向材、織物、マット、ストランドや、ガラス繊維の一方向材、織物、マット、ロ

ービングを単独あるいは混合して使用することが好ましい。特に軽量化効果を最大限に発揮するためには炭素繊維の使用が好ましい。FRPの樹脂としては、エポキシ、不飽和ポリエステル、フェノール、ビニルエステルなどの熱硬化性樹脂が、成形性・コストの点で好ましい。ただし、ナイロンやABS樹脂等の熱可塑性樹脂や、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂の混合樹脂も使用可能である。コア材としては、発泡体や木材等を使用でき、軽量化の点で発泡体が好ましい。

このような合理的な補修を行うことのできるFRP構造体の製造方法によれば、極めて簡便に、かつ実質的に完全に、樹脂未含浸部分を補修でき、軽量で所望の機械特性を有するFRP構造体を容易にかつ安価に製造できる。

#### 産業上の利用可能性

本発明によれば、軽量で高強度のFRP構造体を効率よく安価に製造できる。本発明によるFRP構造体は、あらゆる分野に使用できるが、中でも軽量、高強度特性が要求される比較的大型の構造体、たとえば車両用構造体や大型の機械構造体、屋根材や壁材等の建材等に好適に適用できる。

## 請 求 の 範 囲

1. コア材と、少なくとも片面側に配置されたFRPスキン層とを有するFRP構造体において、厚み方向に複数枚のコア材が積層されていることを特徴とするFRP構造体。

5

2. コア材同士が直接積層されている部分を有する、請求項1に記載のFRP構造体。

3. 積層されたコア材間にFRPスキン層が介在する部分を有する、請求項1または2に記載のFRP構造体。

10

4. コア材の積層体が少なくとも一部に曲面を有する、請求項1～3のいずれかに記載のFRP構造体。

5. 一枚のコア材の厚みが20mm以下である、請求項1～4のいずれかに記載のFRP構造体。

15

6. コア材の厚み方向に延び、FRPスキン層に一体的に結合されたFRPリブを有する、請求項1～5のいずれかに記載のFRP構造体。

20

7. コア材が発泡体からなる、請求項1～6のいずれかに記載のFRP構造体。

8. 少なくとも一枚のコア材の表面に、FRPスキン層成形時に樹脂を拡散させる溝が形成されている、請求項1～7のいずれかに記載のFRP構造体。

25

9. 樹脂拡散用の溝が、大溝と、該大溝に連通する小溝とからなる、請求項8に記載のFRP構造体。

10. FRPスキン層の強化繊維基材に隣接する位置に網状体が配置されており、

F R P スキン層と網状体と少なくとも一枚のコア材とが一体に成形されている、請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の F R P 構造体。

1 1. 少なくとも一方に F R P を含む一对の板が間隙をもって配置され、該間隙  
5 に両板を接合するリブ構造体が介装されている F R P 構造体において、前記間隙内にシームレス密閉中空コア材を包含してなることを特徴とする F R P 構造体。

1 2. 前記間隙の寸法が、板延在方向において変化している、請求項 1 1 に記載の F R P 構造体。

10

1 3. 少なくとも一方の板が、山部と谷部が交互に配置された折板形状に形成されている、請求項 1 2 に記載の F R P 構造体。

1 4. シームレス密閉中空コア材が熱可塑性樹脂のブロー成形品からなる、請求  
15 項 1 1 ～ 1 3 のいずれかに記載の F R P 構造体。

1 5. シームレス密閉中空コア材の体積が  $1000\text{ cm}^3$  以上である、請求項 1 1 ～ 1 4 のいずれかに記載の F R P 構造体。

20 1 6. 少なくとも一方の板の F R P のマトリックス樹脂がフェノール樹脂である、請求項 1 1 ～ 1 5 のいずれかに記載の F R P 構造体。

1 7. シームレス密閉中空コア材のいずれか一つの表面に溝を有する、請求項 1 1 ～ 1 6 のいずれかに記載の F R P 構造体。

25

1 8. 少なくとも一方の板の F R P の強化繊維基材に隣接する位置に網状体が配置されており、該少なくとも一方の板と網状体と少なくともシームレス密閉中空コア材とが一体に成形されている、請求項 1 1 ～ 1 6 のいずれかに記載の F R P 構造体。

- 1 9. シームレス密閉中空コア材の肉厚が 0. 5 ～ 5 m m の範囲にある、請求項 1 1 ～ 1 8 のいずれかに記載の F R P 構造体。
- 5 2 0. 少なくとも一方の板の F R P の強化繊維として炭素繊維を含む、請求項 1 1 ～ 1 9 のいずれかに記載の F R P 構造体。
- 2 1. 強化繊維が、フィラメント数が 1 0, 0 0 0 ～ 3 0 0, 0 0 0 本の範囲にあるトウ状の炭素繊維フィラメント系を有する、請求項 2 0 に記載の F R P 構造体。
- 10 2 2. 少なくとも片面に耐火材が設けられている、請求項 1 1 ～ 2 1 のいずれかに記載の F R P 構造体。
- 15 2 3. コア材と、該コア材の少なくとも片面に配置された F R P 板と、コア材の少なくとも一端部に配置され、前記 F R P 板に対し実質的に並行に延びるフランジ部と垂直に延びるウェブ部とを有する F R P 製の補強部材とを備えた F R P 構造体であって、前記コア材の一端部の少なくとも一面に、前記補強部材のフランジ部が嵌着される凹部が切り欠かれており、前記コア材に、前記凹部に連通し成形時に樹脂の通り道となる溝が形成されており、かつ、前記 F R P 板と前記 F R P 製の補強部材と前記コア材が樹脂によって一体化されていることを特徴とする F R P 構造体。
- 20 2 4. 前記コア材の両面に前記 F R P 板が配置されたサンドイッチ構造を有し、前記補強部材が両 F R P 板間にわたって延びている、請求項 2 3 に記載の F R P 構造体。
- 25 2 5. 前記切り欠き凹部がコア材の両面に設けられている、請求項 2 3 または 2 4 に記載の F R P 構造体。

2 6. 前記溝が、大溝と、該大溝から分岐した小溝とに形成されている、請求項 2 3 ~ 2 5 のいずれかに記載の F R P 構造体。

5 2 7. 前記大溝の深さを H、溝幅を W、溝の配設ピッチを P とするとき、  
 ( a )  $200 \geq W \times H \geq 5 \text{ (mm}^2 \text{)}$  , ( b )  $300 \geq P \geq 100 \text{ (mm)}$   
 の関係が満たされている、請求項 2 6 に記載の F R P 構造体。

2 8. 前記小溝の深さを h、溝幅を w、溝の配設ピッチを p とするとき、  
 10 ( a )  $100 \geq w \times h \geq 1 \text{ (mm}^2 \text{)}$  , ( b )  $100 \geq p \geq 5 \text{ (mm)}$   
 の関係が満たされている、請求項 2 6 に記載の F R P 構造体。

2 9. 前記補強部材が前記 F R P 板の面方向に不連続に配置されている、請求項 2 3 ~ 2 8 のいずれかに記載の F R P 構造体。

15 3 0. 前記補強部材のフランジ部と F R P 板との間の剪断強さが、補強部材のフランジ部自身の剪断方向における引張強さ以上である、請求項 2 3 ~ 2 9 のいずれかに記載の F R P 構造体。

20 3 1. 前記補強部材のフランジ部の長さ a が、次の関係式を満足する、請求項 2 3 ~ 2 9 のいずれかに記載の F R P 構造体。

$$\max (\sigma_2 \times t_2, \sigma_s \times t_s) \geq K \tau a \geq \min (\sigma_2 \times t_2, \sigma_s \times t_s)$$

ここで、 $\sigma_2$  はフランジ部の引張強度、 $t_2$  はフランジ部の厚さ、

25  $\sigma_s$  は F R P 板の引張強度、 $t_s$  は F R P 板の厚さ、

$\tau$  はフランジ部と F R P 板との間の剪断強さ、

K は接合の有効率、

$\max$  は括弧内の大きい方の値、

$\min$  は括弧内の小さい方の値を、それぞれ表す。

3 2. 前記補強部材のフランジ部の引張強度  $\sigma_2$  とその厚さ  $t_2$  の積の値が、前記 F R P 板の引張強度  $\sigma_s$  とその厚さ  $t_s$  の積の値以下であり、かつ、該フランジ部の長さ  $a$  が、次の関係式を満足する、請求項 3 1 に記載の F R P 構造体。

$$\sigma_s \times t_s / \tau \geq K a \geq \sigma_2 \times t_2 / \tau$$

3 3. 前記補強部材のフランジ部の長さ  $a$  およびウェブ部の長さ  $b$  が、次の関係式を満足する、請求項 2 3 ～ 2 9 のいずれかに記載の F R P 構造体。

$$a / a_0 = K (b / b_0) [t_2 / t_{20}] / (t_1 / t_{10})]^2$$

10 ここで、 $t_1$  はウェブ部の厚さ、 $t_2$  はフランジ部の厚さ、  
それぞれの添字の 0 は、成形条件で設定される基準値、  
 $K$  は比例定数である。

3 4. 前記補強部材のフランジ部の長さ  $a$  およびウェブ部の長さ  $b$  が、次の関係式を満足する、請求項 2 3 ～ 2 9 のいずれかに記載の F R P 構造体。

$$a / a_0 = K (b / b_0) (t_s / t_1 + 1)^2$$

15 ここで、 $t_1$  はウェブ部またはフランジ部の厚さ、  
 $t_s$  は F R P 板の厚さ、  
 $a_0$ 、 $b_0$  は成形条件で設定される基準値、  
20  $K$  は比例定数である。

3 5. 所定の溝形成用パターンを有する成形型内での発泡により成形され、成形と同時に少なくとも一面に溝が形成された発泡体からなるコア材の少なくとも片面に F R P 層が配置されていることを特徴とする F R P 構造体。

25

3 6. F R P 層の強化繊維が、フィラメント数が 1 0, 0 0 0 ～ 3 0 0, 0 0 0 本の範囲にあるトウ状の炭素繊維フィラメント糸を有する、請求項 3 5 に記載の F R P 構造体。

3 7. コア材と、該コア材の表面上に配置された網状体と、該網状体上に配置された強化繊維基材を含む層とをこの順に有し、これらが一体に成形されていることを特徴とする構造体。

5 3 8. 前記強化繊維基材を含む層が F R P 層からなる、請求項 3 7 に記載の構造体。

3 9. 前記強化繊維基材を含む層が繊維強化無機材料層からなる、請求項 3 7 に記載の構造体。

10

4 0. 前記網状体の厚みが 3 m m 以下である、請求項 3 7 ～ 3 9 のいずれかに記載の構造体。

15

4 1. 前記コア材に、成形時に樹脂の通り道となる溝が刻設されている、請求項 3 7 ～ 4 0 のいずれかに記載の構造体。

4 2. 前記強化繊維基材の強化繊維が、フィラメント数が 1 0 , 0 0 0 ～ 3 0 0 , 0 0 0 本の範囲にあるトウ状の炭素繊維フィラメント糸を有する、請求項 3 7 ～ 4 1 のいずれかに記載の構造体。

20

4 3. 前記コア材が中空体からなる、請求項 3 7 ～ 4 2 のいずれかに記載の構造体。

25

4 4. 前記コア材がプラスチックまたはゴムまたは薄肉金属から構成されている、請求項 4 3 に記載の構造体。

4 5. 前記コア材の断面が円形または矩形からなる、請求項 4 3 または 4 4 に記載の構造体。



4 6. 前記コア材内に発泡材が充填されている、請求項 4 3 ～ 4 5 のいずれかに記載の構造体。

4 7. 複数枚のコア材を積層し、その少なくとも片面に強化繊維基材を配置し、  
5 該強化繊維基材に樹脂を含浸することを特徴とする、F R P 構造体の製造方法。

4 8. 積層するコア材間の少なくとも一部に強化繊維基材を介装する、請求項 4 7 に記載の F R P 構造体の製造方法。

10 4 9. 強化繊維基材に接するコア材の表面に溝を形成しておき、該溝に沿って樹脂を拡散させるとともに、樹脂を強化繊維基材に含浸する、請求項 4 7 または 4 8 に記載の F R P 構造体の製造方法。

15 5 0. コア材と強化繊維基材との間に網状体を配置し、該網状体に沿って樹脂を拡散させるとともに、樹脂を強化繊維基材に含浸する、請求項 4 7 または 4 8 に記載の F R P 構造体の製造方法。

5 1. 少なくとも強化繊維基材を配置した部分をバッグ基材で覆った後該バッグ基材で覆われた内部を真空状態にし、樹脂を注入して強化繊維基材に含浸する、  
20 請求項 4 7 ～ 5 0 のいずれかに記載の F R P 構造体の製造方法。

5 2. コア材の厚み方向に延びる強化繊維基材を配置し、該強化繊維基材に樹脂を含浸して F R P リブを成形する、請求項 4 7 ～ 5 1 のいずれかに記載の F R P 構造体の製造方法。

25

5 3. 成形型上に強化繊維を配置し、その上の所定の位置に強化繊維を巻いたシームレス密閉中空コア材を配置し、さらに強化繊維を配置した後、全体を真空用フィルム基材で覆った後フィルム基材で覆われた内部を真空にし、樹脂を注入して強化繊維に含浸させることを特徴とする、F R P 構造体の製造方法。

5 4. 前記シームレス密閉中空コア材をブロー成形により形成する、請求項 5 3 に記載の F R P 構造体の製造方法。

5 5. 強化繊維基材とマトリックス樹脂からなる F R P で形成される F R P 構造体の製造方法において、表面に樹脂未含浸部分が生じたとき、該樹脂未含浸部分全体およびその周辺部分をバッグ基材で覆った後該バッグ基材で覆われた内部を真空状態にし、樹脂を注入して強化繊維基材の樹脂未含浸部分に含浸させることを特徴とする、F R P 構造体の製造方法。

10

5 6. 前記樹脂未含浸部分上に樹脂拡散媒体を配置した後樹脂未含浸部分全体をバッグ基材で覆う、請求項 5 5 に記載の F R P 構造体の製造方法。

15

5 7. 前記樹脂拡散媒体と樹脂未含浸部分の強化繊維基材との間に樹脂透過性の離型材を介装する、請求項 5 6 に記載の F R P 構造体の製造方法。

20

5 8. 型内に、一端部の少なくとも一面に切り欠き凹部が設けられたコア材と、該コア材の少なくとも片面においてコア材の面方向に延びる強化繊維基材と、該強化繊維基材に対し実質的に並行に延びるフランジ部と垂直に延びるウェブ部とを有し、該フランジ部が前記切り欠き凹部内に位置された補強部材形成用基材とを配置するとともに、これらの上または上下に樹脂を面方向に拡散するための媒体を配置するかまたはコア材に樹脂を面方向に拡散するための樹脂拡散路を形成しておき、全体をバッグフィルムで覆った後バッグフィルムで覆われた内部を真空状態にし、樹脂を注入して少なくとも前記強化繊維基材の表面に拡散させ、該樹脂を強化繊維基材に含浸することにより、前記強化繊維基材と前記補強部材形成用基材と前記コア材を樹脂によって一体化することを特徴とする、F R P 構造体の製造方法。

25

5 9. 前記補強部材形成用基材も強化繊維基材からなる、請求項 5 8 に記載の

F R P 構造体の製造方法。

6 0. 前記補強部材形成用基材が、予め成形された F R P 製の基材からなる、請求項 5 8 に記載の F R P 構造体の製造方法。

5

6 1. 前記コア材の両面に強化繊維基材を配置し、両強化繊維基材間にわたって補強部材形成用基材を配置する、請求項 5 8 ～ 6 0 のいずれかに記載の F R P 構造体の製造方法。

10

6 2. 前記コア材の樹脂拡散路を前記切り欠き凹部に連通させておき、前記注入樹脂を切り欠き凹部内に導いて前記補強部材形成用基材を一体に成形する、請求項 5 8 ～ 6 1 のいずれかに記載の F R P 構造体の製造方法。

15

6 3. 所定の溝形成用パターンを有する成形型内で発泡体を発泡させて溝付きコア材を成形し、成形した溝付きコア材の少なくとも片面に強化繊維基材を配置し、全体をバッグ基材で覆った後バッグ基材で覆われた内部を真空状態にし、樹脂を注入して該樹脂を前記コア材の溝を介して前記強化繊維基材の面方向に拡散させつつ強化繊維基材の厚み方向に含浸して前記コア材と前記強化繊維基材を樹脂により一体化することを特徴とする、F R P 構造体の製造方法。

20

25

6 4. 型面上または型内に、コア材と、該コア材の少なくとも片面に設けた網状体と、該網状体上に設けた強化繊維基材をこの順に配置し、これら全体をバッグフィルムで覆った後バッグフィルムで覆われた内部を真空状態にし、樹脂を注入して前記網状体を介して少なくとも前記強化繊維基材の面方向に拡散させ、該樹脂を強化繊維基材に含浸することにより前記コア材と前記網状体と前記強化繊維基材を樹脂により一体化することを特徴とする、F R P 構造体の製造方法。

6 5. コア材に樹脂の通り道となる溝を刻設しておき、該溝を通して注入された樹脂を網状体の各部に分配する、請求項 6 4 に記載の F R P 構造体の製造方法。

6 6. コア材として中空コア材を用いる、請求項 6 4 または 6 5 に記載の F R P 構造体の製造方法。

- 5 6 7. 前記強化繊維基材をコア材の全周にわたって配置する、請求項 6 4 ～ 6 6 のいずれかに記載の F R P 構造体の製造方法。

10

15

20

25

1/17

FIG. 1

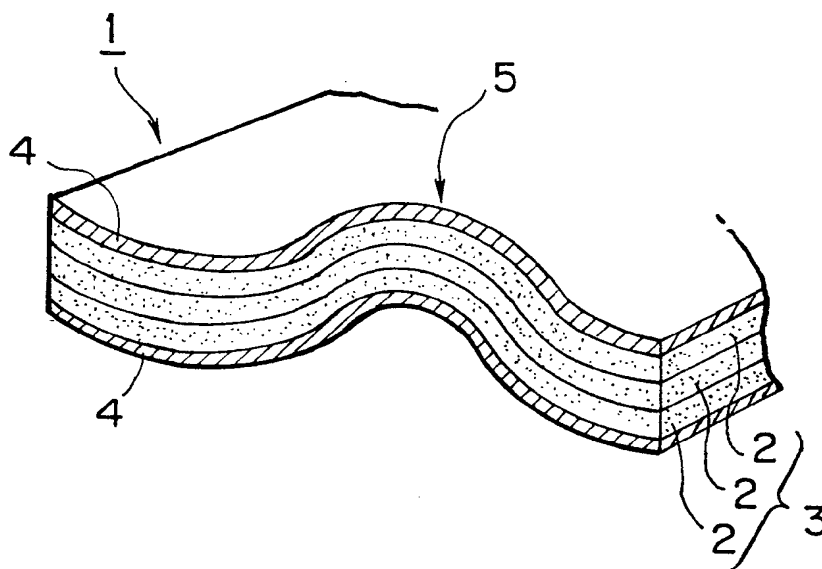
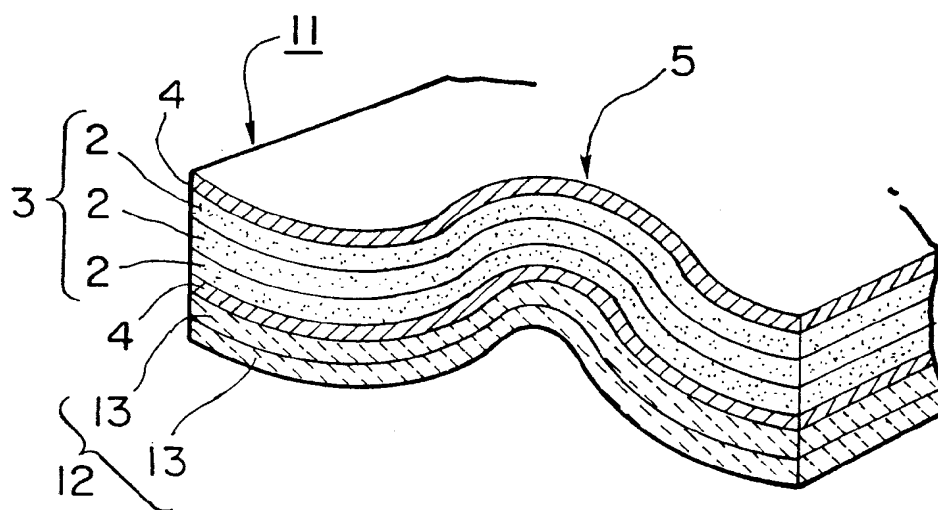
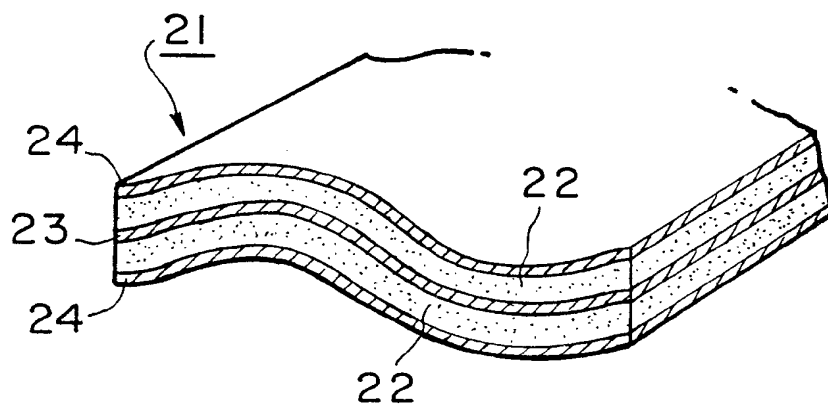


FIG. 2

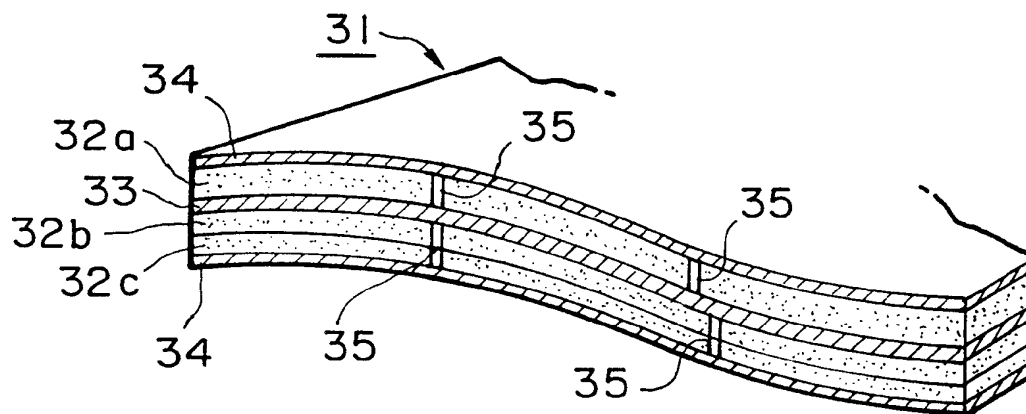


2/17

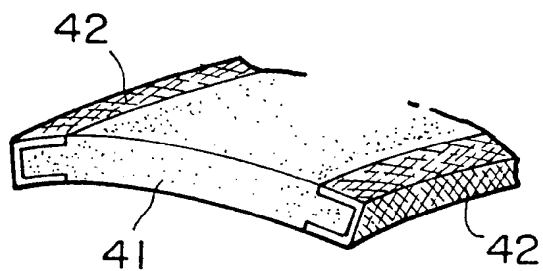
**FIG. 3**



**FIG. 4**

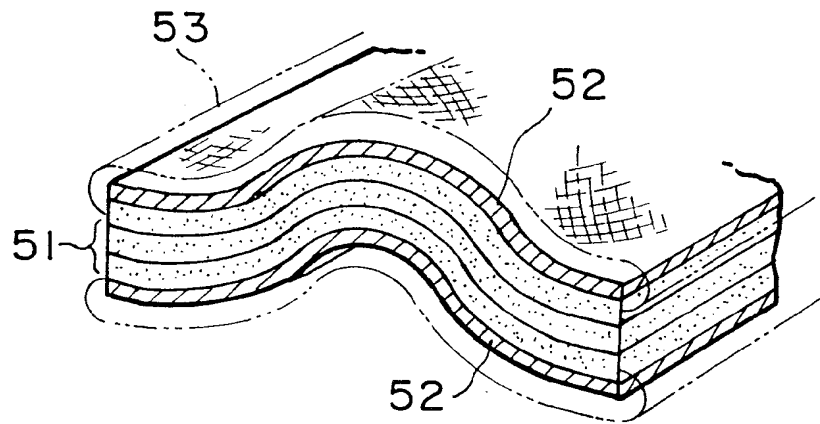


**FIG. 5**

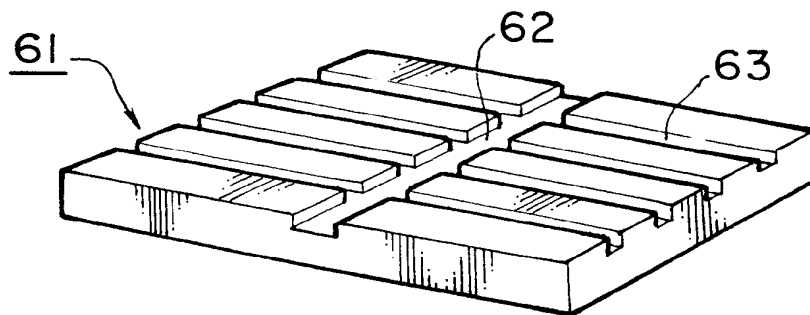


3/17

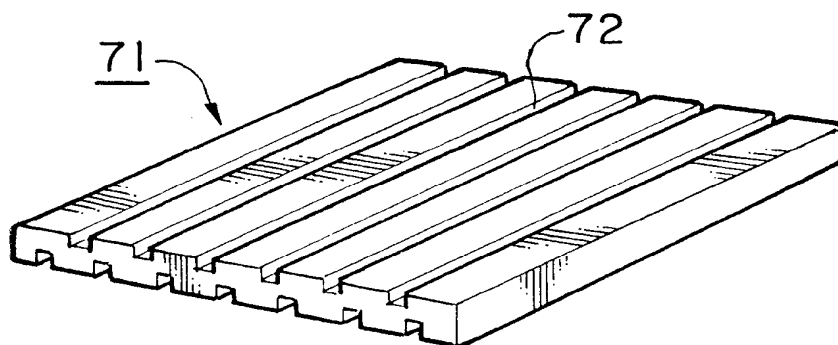
**FIG. 6**



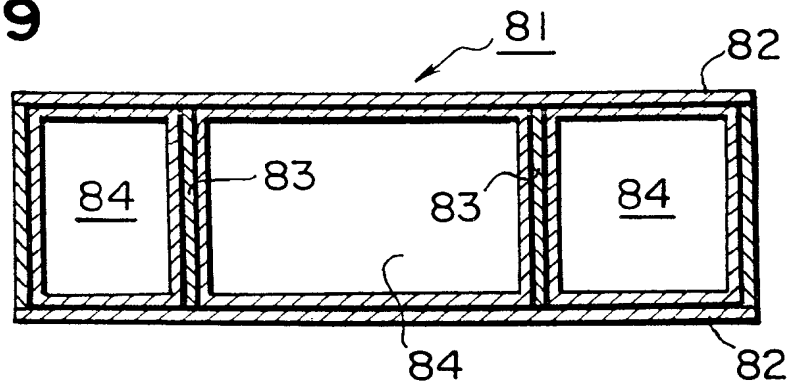
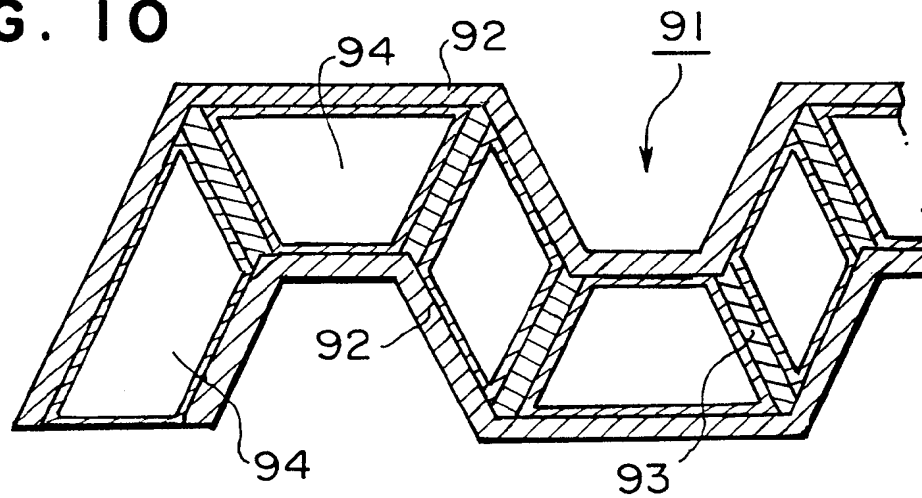
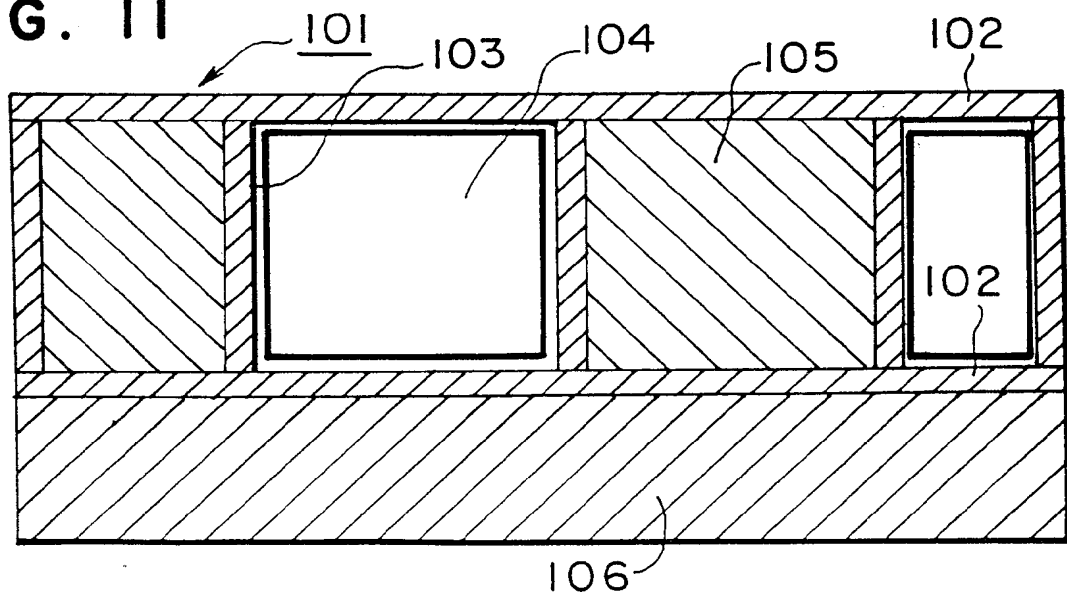
**FIG. 7**



**FIG. 8**



4/17

**FIG. 9****FIG. 10****FIG. 11**



5/17

FIG. 12

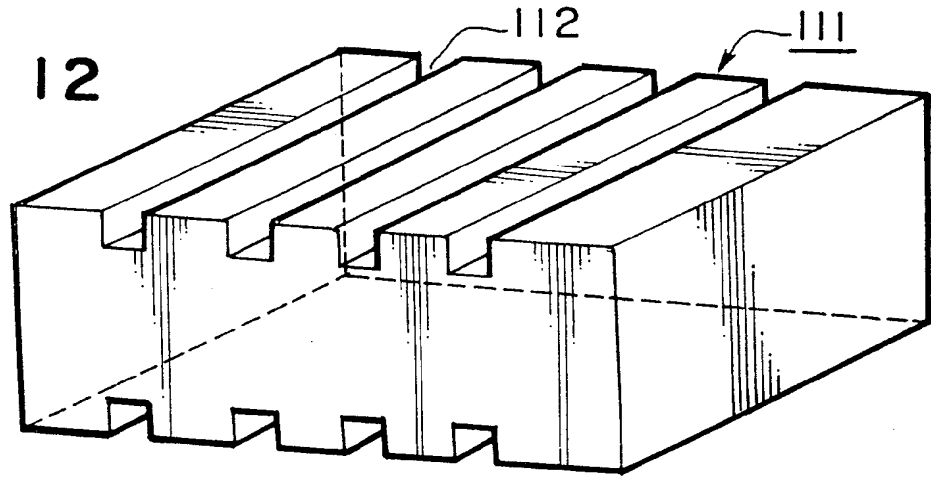


FIG. 13

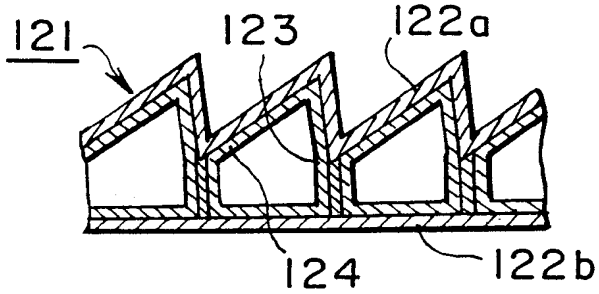


FIG. 14

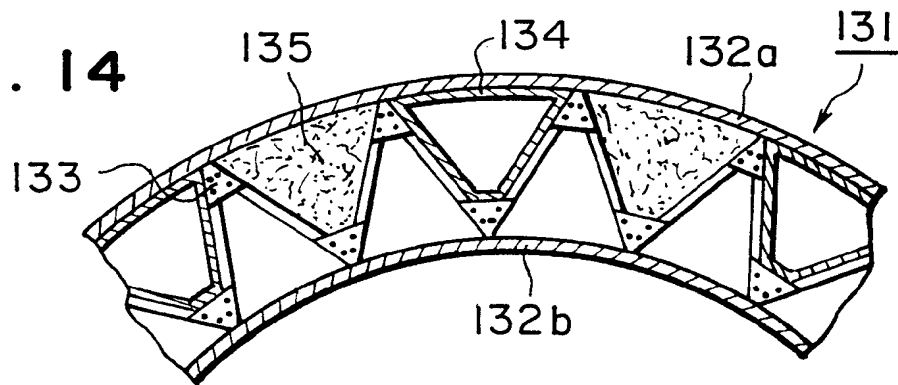
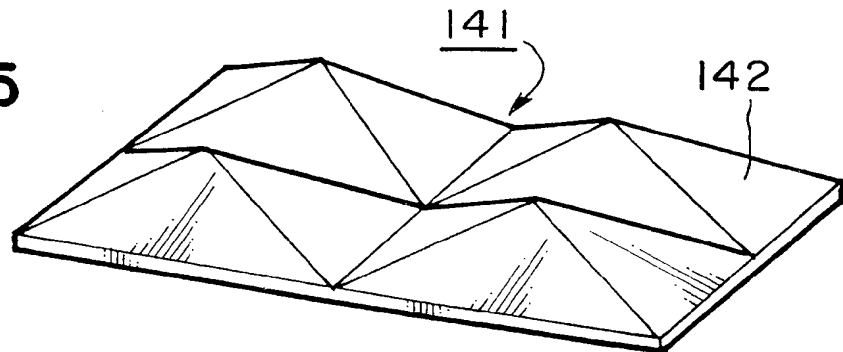
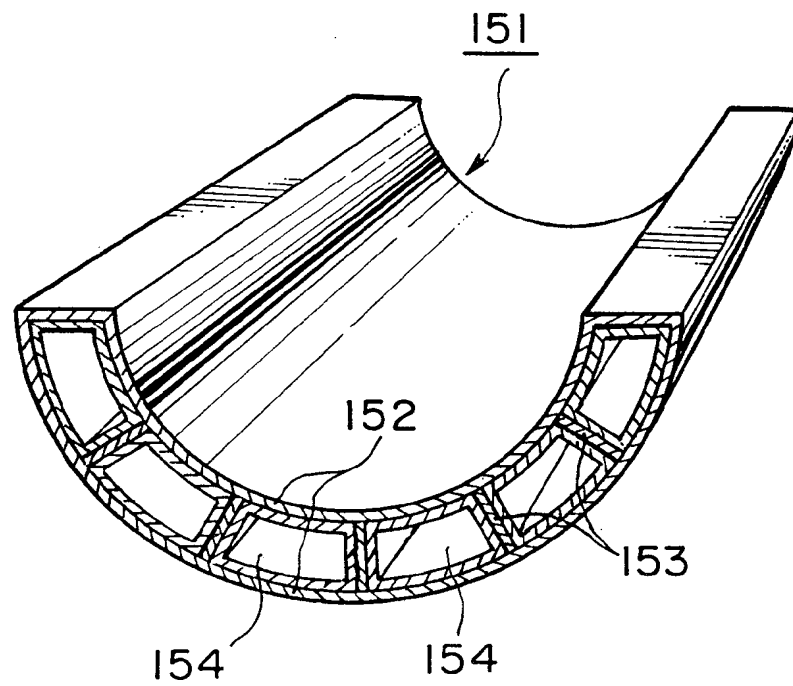


FIG. 15



6/17

**FIG. 16**

7/17

FIG. 17

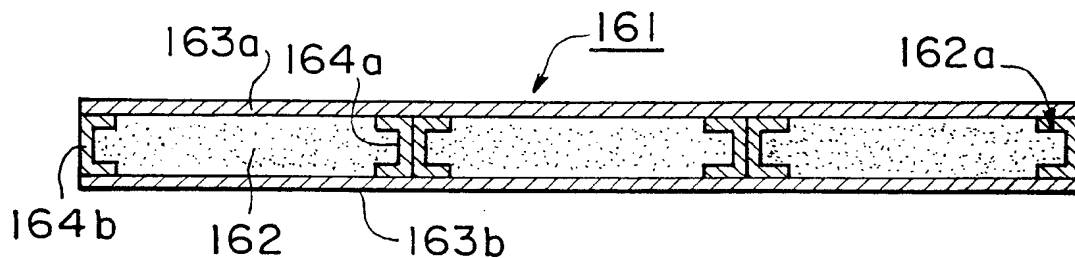


FIG. 18

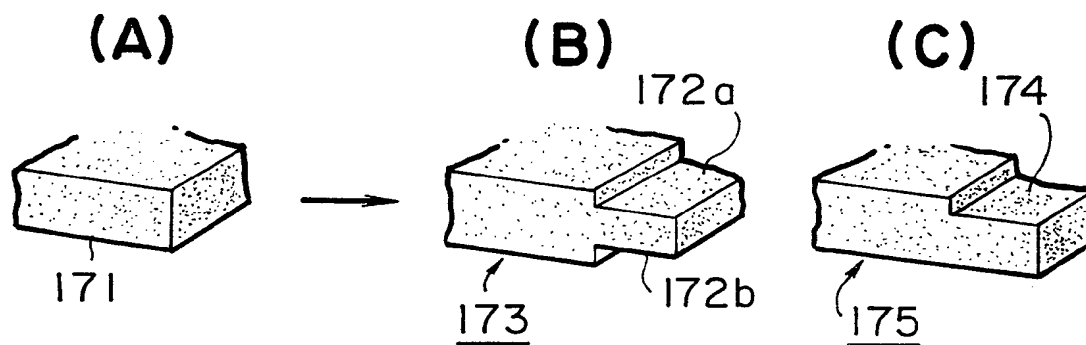
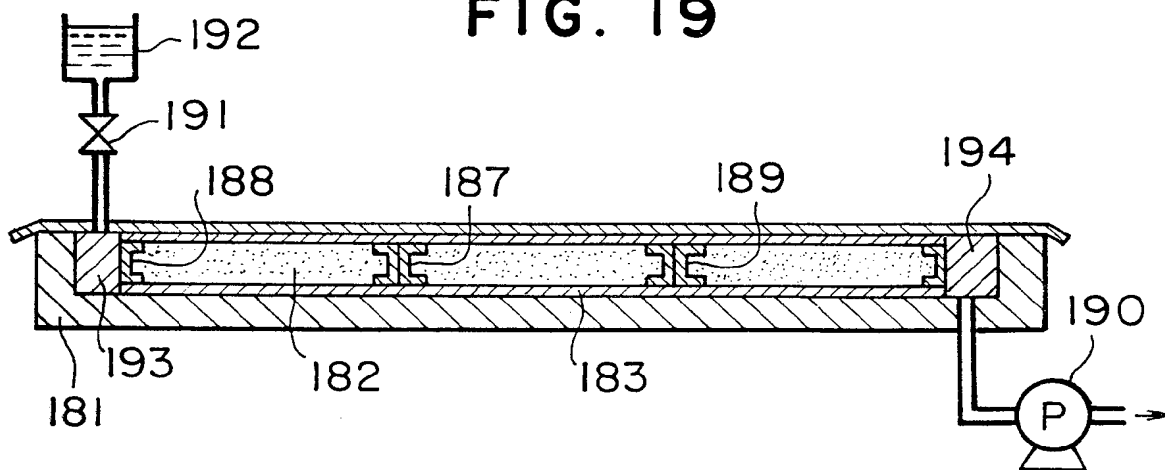


FIG. 19



8/17

FIG. 20

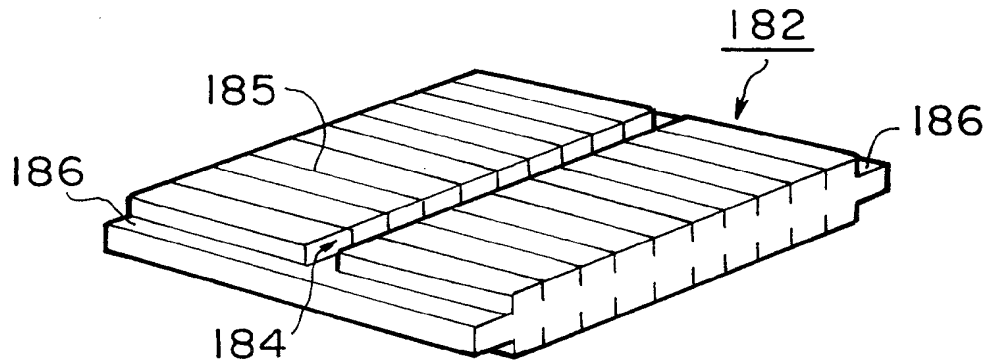
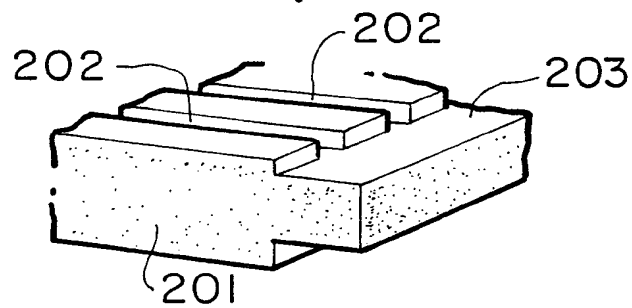
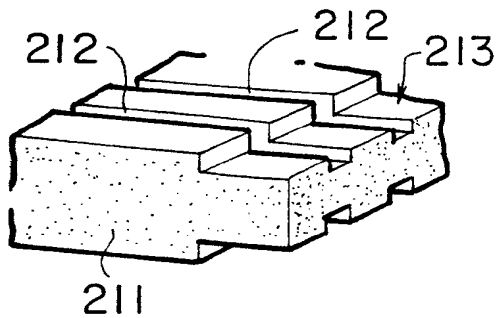


FIG. 21

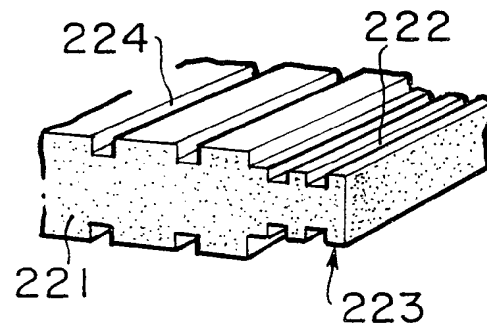
(A)



(B)



(C)



9/17

FIG. 22

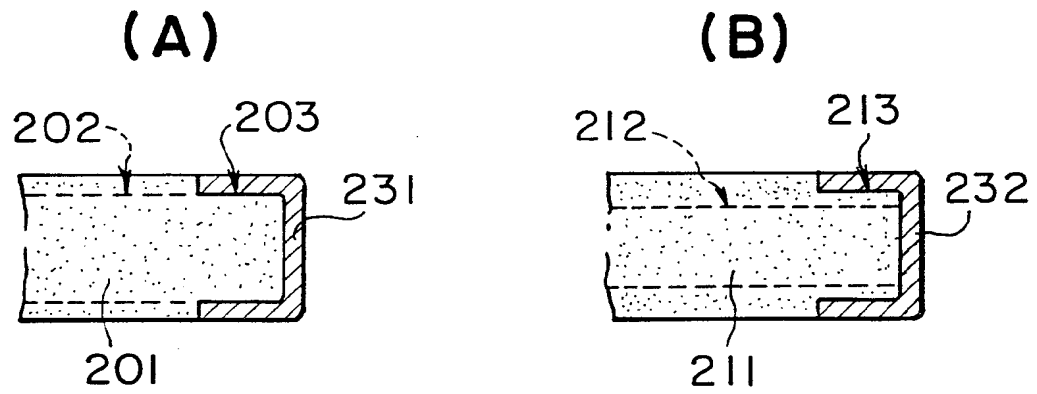
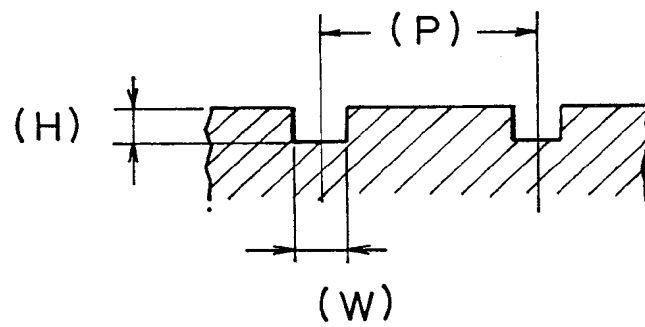
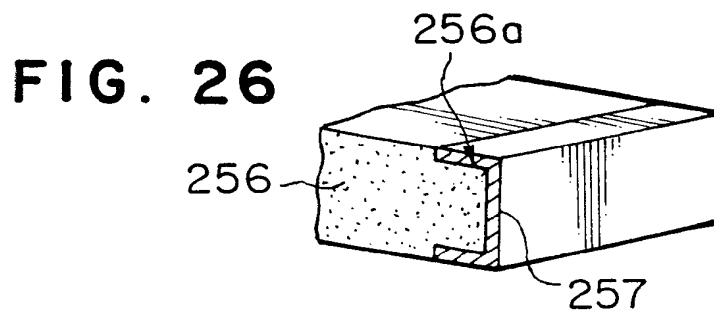
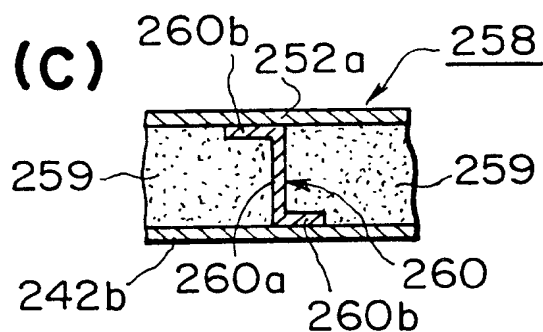
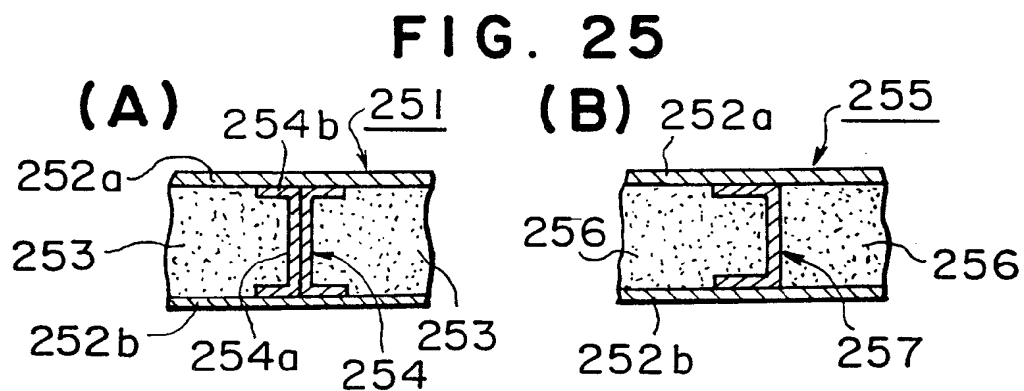
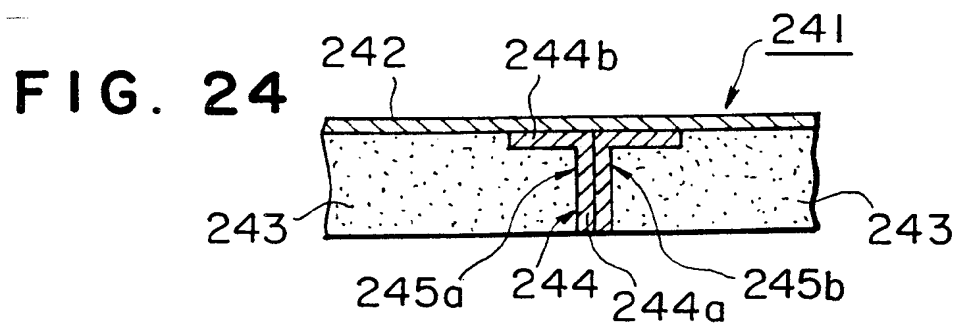


FIG. 23



10/17



11/17

FIG. 27

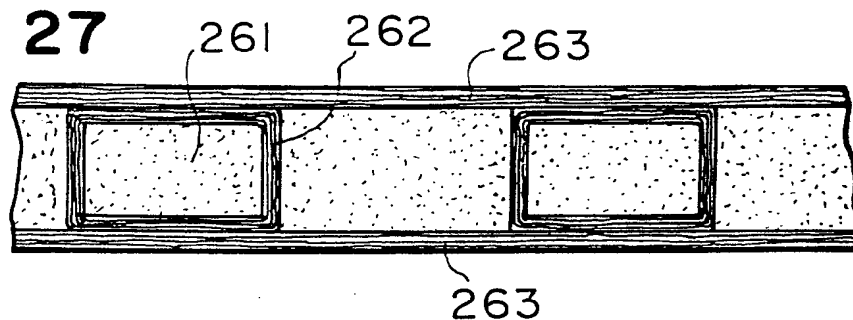


FIG. 28

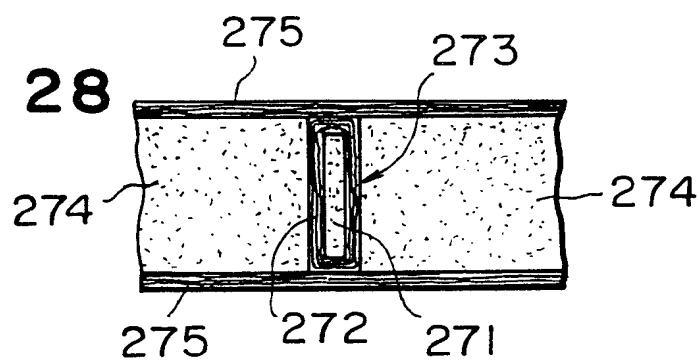


FIG. 29

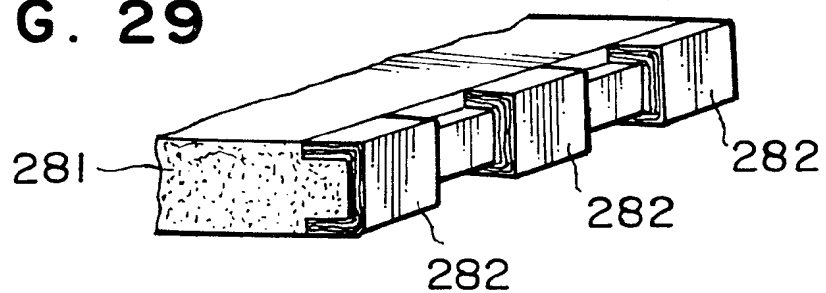
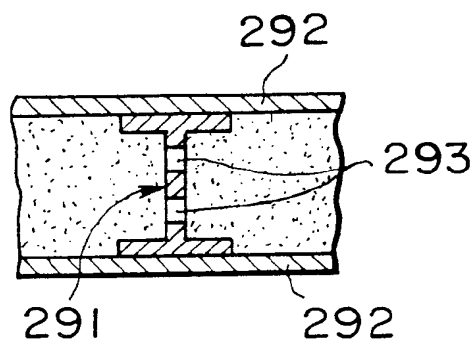


FIG. 30



12/17

FIG. 31

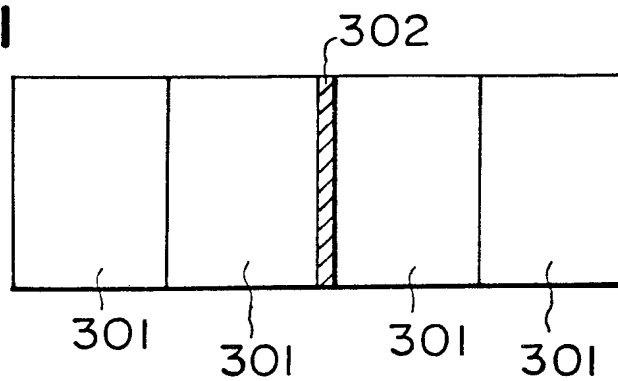
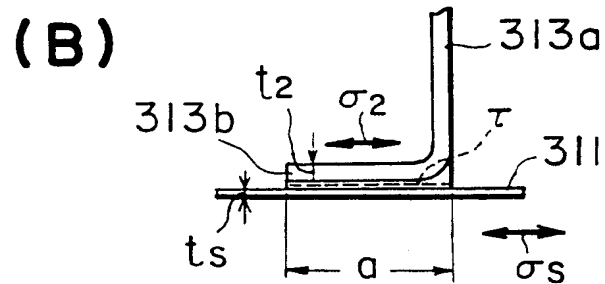
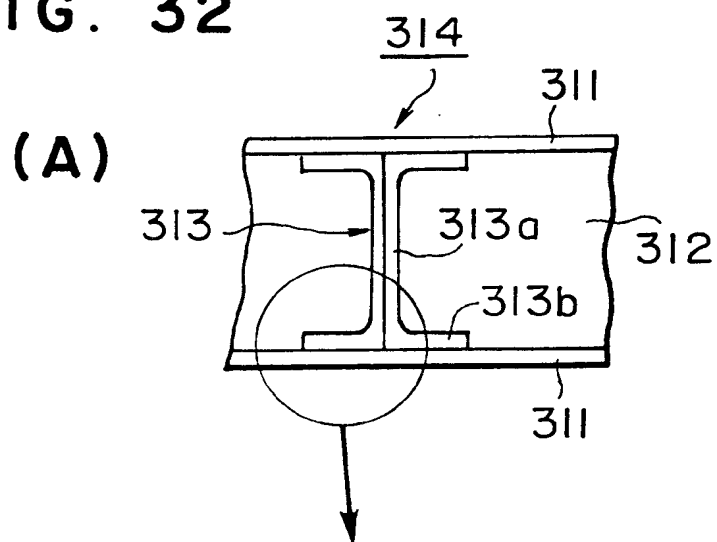


FIG. 32





13/17

FIG. 33

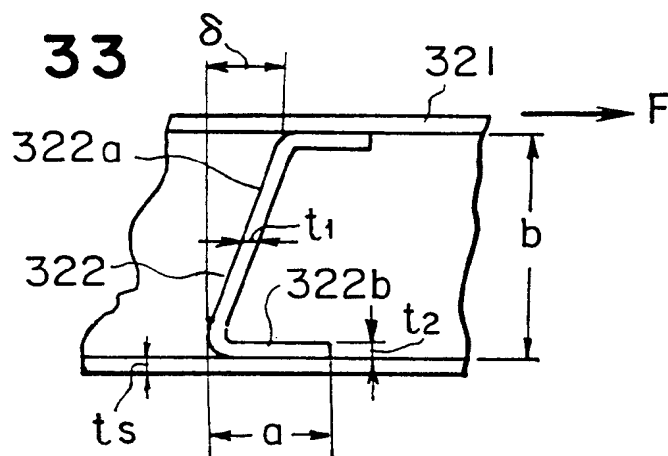


FIG. 34

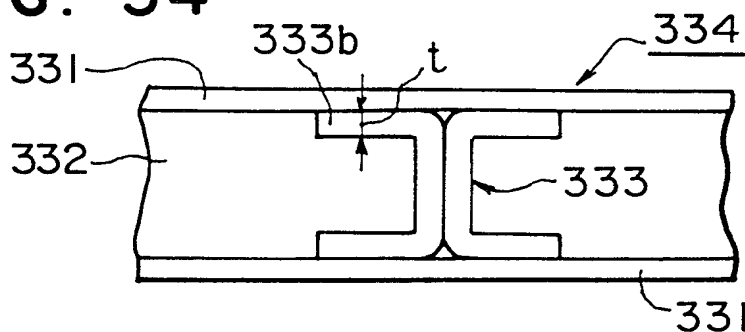
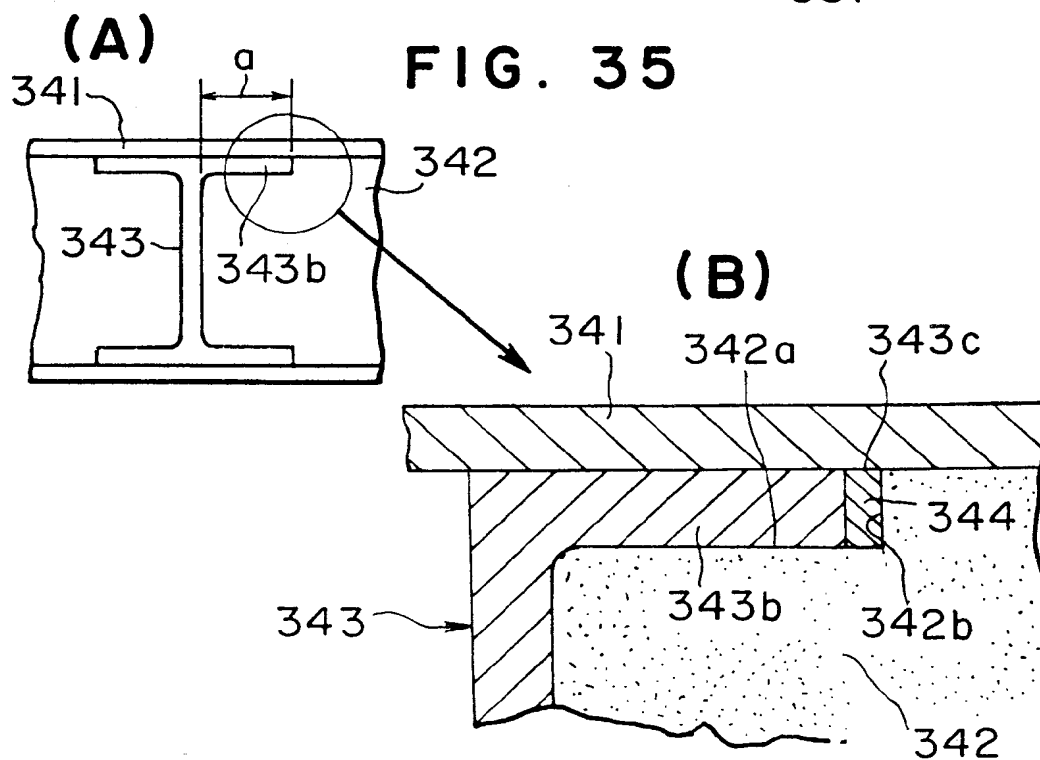
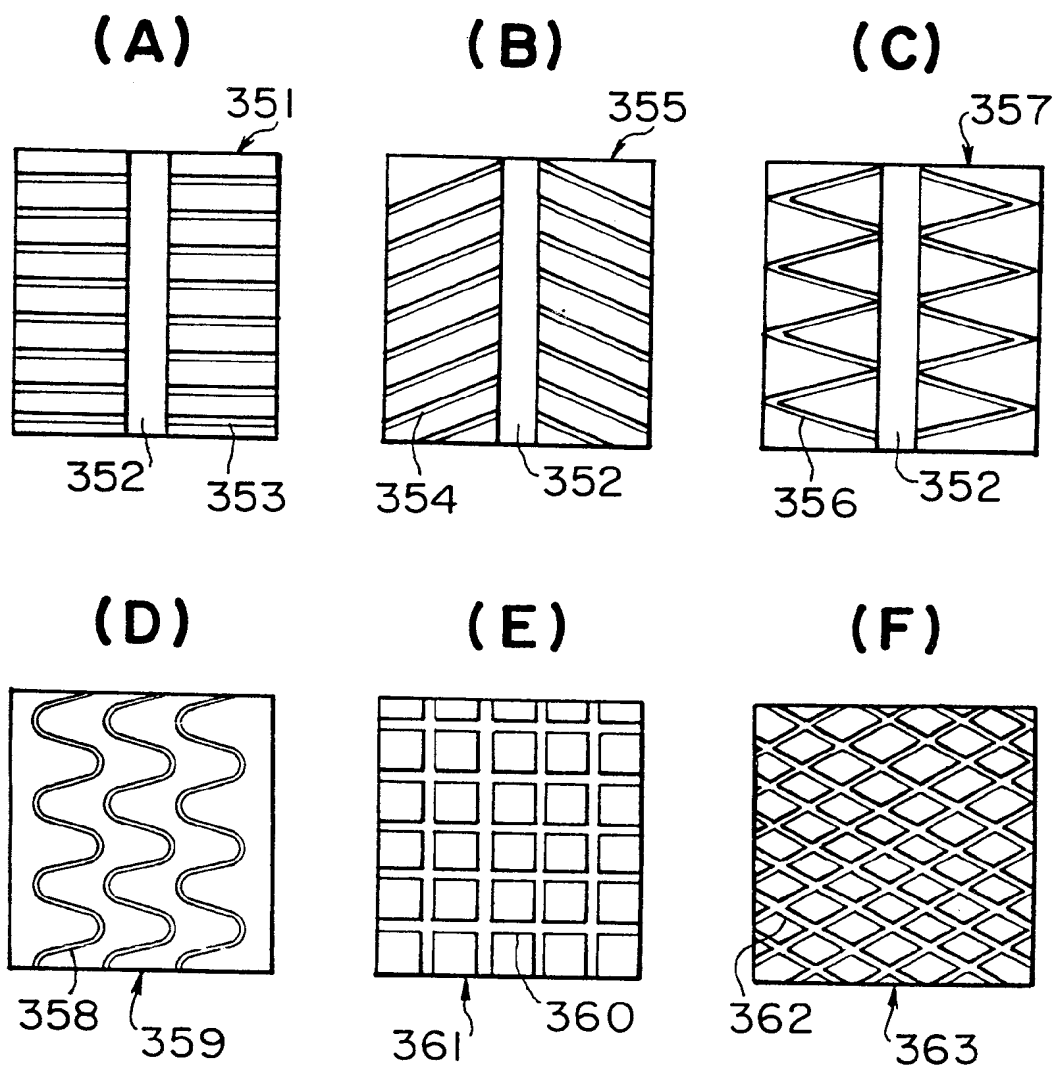


FIG. 35



14/17

FIG. 36



15/17

FIG. 37

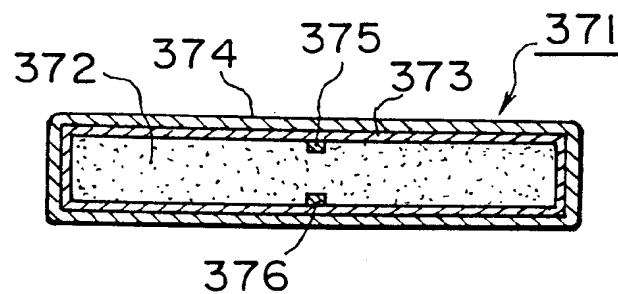


FIG. 38

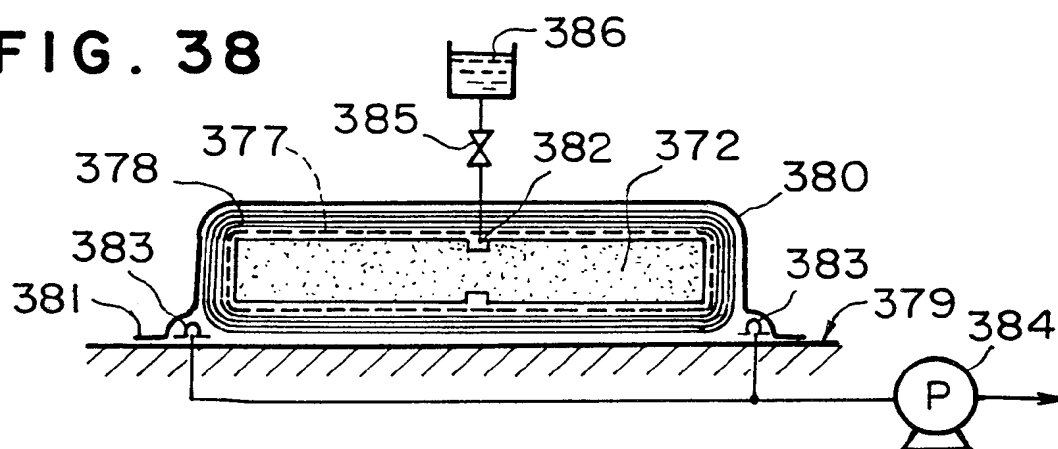
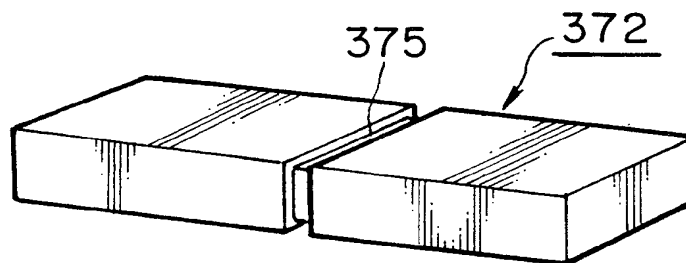


FIG. 39



16/17

FIG. 40

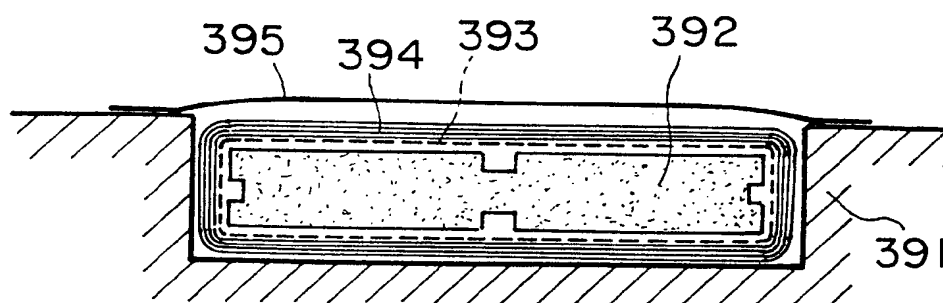
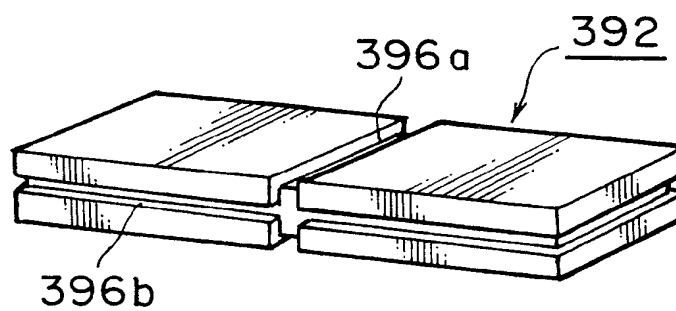
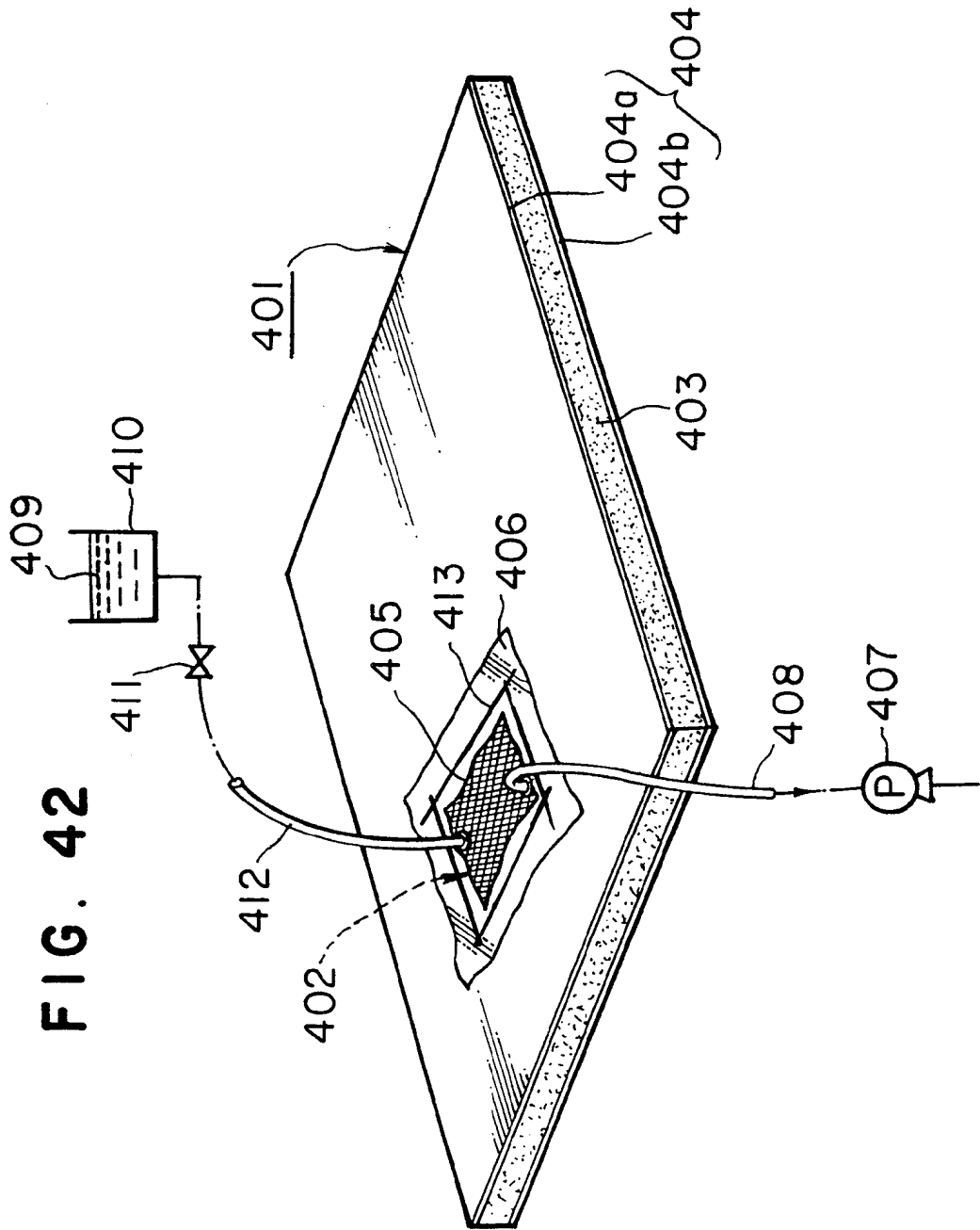


FIG. 41



17/17



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/00838

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> B32B5/28, B29C70/44, B29C70/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> B32B1/00-35/00, B29C39/00-39/44, B29C70-00-70/88

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-2000

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1995

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 7-108529, A (Honda Motor Co., Ltd.), 25 April, 1995 (25.04.95) (Family: none)	1-10, 47-52
X	JP, 5-185539, A (Honda Motor Co., Ltd.), 27 July, 1993 (27.07.93) & US, 5418035, A & US, 5464493, A	1-10, 47-52
X	US, 4849147, A (The Budd Company), 04 May, 1998 (04.05.98) & EP, 212140, A & JP, 62-071617, A	11-22, 53, 54
X	JP, 4-179515, A (Nitto Boseki Co., Ltd.), 26 July, 1992 (26.06.1992) (Family: none)	11-22, 53, 54
X	JP, 4-246510, A (ISUZU MOTORS LIMITED), 02 September, 1992 (02.09.92) (Family: none)	11-22, 53, 54
EX	JP, 2000-79649, A (Toray Industries, Inc.), 21 March, 2000 (21.03.00) (Family: none)	11-22, 37-46, 53, 54, 64-67
PX	JP, 11-254566, A (Toray Industries, Inc.), 21 September, 1999 (21.09.99) (Family: none)	23-36, 58-63

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 10 May, 2000 (10.05.00)	Date of mailing of the international search report 23.05.00
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/00838

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 5-35235, U (ISUZU MOTORS LIMITED), 14 May, 1993 (14.05.93) (Family: none)	35, 36, 63
X	US, 5721034, A (Scrimp Systems, L.L.C.), 24 February, 1998 (24.02.98)	35, 36, 63
X	JP, 54-100478, A (Toray Industries, Inc.), 08 August, 1979 (08.08.79) (Family: none)	37-46
EX	JP2000-43172, A (Toray Industries, Inc.) 15. February. 2000 (15.02.00) (Family: none)	37-42, 64-65, 67
A	WO, 98-53982, A (Societe De Protection Des Inventions), 03 December, 1998 (03.12.98)	55-57

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/00838

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Each of the inventions in each of independent claims 1, 11, 23 and 35 is common to each other only in that each invention relates to an FRP structure body having a core layer; and, in consideration of the fact that an FRP structure body having a core layer is known, the main descriptions of respective inventions are not considered to be identical with each other. In addition, the invention in claim 37 does not even specify an FRP and is only common to each of the above inventions in that they relate to a structure body having a core layer; therefore, it is not identical with the above inventions in main description.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
  
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
  
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest** ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.



## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/00838

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup> B32B5/28, B29C70/44, B29C70/48

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup> B32B1/00-35/00, B29C39/00-39/44, B29C70-00-70/88

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-2000年

日本国公開実用新案公報 1971-1995年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 7-108529, A (本田技研工業株式会社) 25. 4 月. 1995 (25. 04. 95) ファミリーなし	1-10, 47-52
X	J P, 5-185539, A (本田技研工業株式会社) 27. 7 月. 1993 (27. 07. 93) & US, 5418035, A & US, 5464493, A	1-10, 47-52
X	US, 4849147, A (The Budd Company) 4. 5月. 198 8 (04. 05. 98) & EP, 212140, A & J P, 62-071617, A	11-22, 53, 54

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10. 05. 00

国際調査報告の発送日

23.05.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

川端 康之

印

4S

9156

電話番号 03-3581-1101 内線 3430

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 4-179515, A (日東紡績株式会社) 26. 6月. 1992 (26. 06. 1992) ファミリーなし	11-22, 53, 54
X	JP, 4-246510, A (いすゞ自動車株式会社) 2. 9月. 1992 (02. 09. 92) ファミリーなし	11-22, 53, 54
EX	JP, 2000-79649, A (東レ株式会社) 21. 3月. 2000 (21. 03. 00) ファミリーなし	11-22, 37-46, 53, 54, 64-67
PX	JP, 11-254566, A (東レ株式会社) 21. 9月. 1999 (21. 09. 99) ファミリーなし	23-36, 58-63
X	JP, 5-35235, U (いすゞ自動車株式会社) 14. 5月. 1993 (14. 05. 93) ファミリーなし	35, 36, 63
X	US, 5721034, A (Scrimp Systems, L.L.C.) 24. 2月. 1998 (24. 02. 98)	35, 36, 63
X	JP, 54-100478, A (東レ株式会社) 8. 8月. 1979 (08. 08. 79) ファミリーなし	37-46
EX	JP2000-43172, A (東レ株式会社) 15. 2月. 2000 (15. 02. 00) ファミリーなし	37-42, 64-65, 67
A	WO, 98-53982, A (Societe De Protection Des Inventions) 3. 12月. 1998 (03. 12. 98)	55-57

## 第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

独立請求項である、請求の範囲1, 11, 23, 35に係る各発明は、単にコア層を有するFRP構造体である点で共通するにすぎず、コア層を有するFRP構造体は周知であることを考慮すると、前記各発明の主要部が同一であるとはいえない。また、請求の範囲37に係る発明はFRPであることさえも規定されておらず、上記各発明とはコア層を有する構造体である点で共通するにすぎないから、上記各発明と主要部が同一であるとはいえない。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。